



**Alterações da massa magra e massa óssea após cirurgia bariátrica.  
Efeitos de um programa de exercício físico.**

**Giorjines Fernando Boppre**

**Porto, 2017**





**FACULDADE DE DESPORTO**  
**UNIVERSIDADE DO PORTO**

**Alterações da massa magra e massa óssea após cirurgia bariátrica.  
Efeitos de um programa de exercício físico.**

Dissertação apresentada com vista à obtenção do grau de mestre no 2º Ciclo de Atividade Física e Saúde, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto ao abrigo do Decreto de Lei nº. 74/2006 de 24 de Março, sobre orientação do Professor Doutor José Manuel Fernandes de Oliveira, Coorientação Doutor Hélder Rui Martins Fonseca.

Masters Thesis presented with the purpose of obtaining the degree of Master Physical Activity and Health from the Faculty of Sport, University of Porto according to Decret Law nº 74/2006 of March, under the supervision of Professor José Manuel Fernandes de Oliveira PhD and co-supervision of Hélder Rui Martins Fonseca PhD.

**Giorjines Fernando Boppre**

**Porto, 2017**

## Ficha de catalogação

Boppre, G.F (2017). Alterações da massa magra e massa óssea após cirurgia bariátrica. Efeitos de um programa de exercício físico. Porto: Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

PALAVRAS-CHAVE: Cirurgia bariátrica, composição corporal, Dual Energy X ray absorptiometry (DXA)

## Financiamento

Estudo realizado com apoio do Projeto BaSEIB Clinical Trail (*Bariatric Surgery and Exercise Intervention Bone Trial*). O projeto é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT; **PTDC/DTP-DES/0968/2014**) através de fundos nacionais e cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do programa COMPETE – Programa Operacional Fatores de Competitividade (**POCI-01-0145-FEDER-016707**).





## Dedicatória

*Quando penso em tudo que passei.  
Das noites sem dormir, dos dias que chorei.  
Da saudade que senti.  
Sinto hoje que venci!  
Dedico este trabalho a minha família.  
Em especial ao meu Pai, minha Mãe e minha namorada!*





## **Agradecimentos**

### **À Deus**

Primeiramente agradeço a Deus que tantas vezes foi solicitado em minhas orações que me deu força, proteção e paz espiritual para o findar dessa jornada.

### **À minha família**

Aos meus Pais, Renato Boppre e Ivete Grahl Boppre pelos ensinamentos, por acreditarem no meu sonho, por terem lutado e sofrido a dor da distância junto comigo, nunca deixando de me confortar e motivar. Sem vocês eu nada seria. Aos meus irmãos Ângelo Renato Boppre e Alberto Carlos Boppre, meus tios e tias, minha madrinha Tânia, meus Primos Jean e Gabriel, as minhas avós Thereza Sgarioni e Fernandina Boppre, pessoas queridas que sempre guardo no coração, jamais esquecerei de vocês.

### **Ao amor**

Ao meu grande amor Caroline Joris, amor que ignora a distância, entende todas as dificuldades, me motiva e deposita enorme confiança. Muito obrigado por tudo meu tesourinho.

### **Aos amigos**

Aos amigos que foram importantes ao longo da jornada, ao Valmar Fernandes, Jhonny “People”, Tiago “madeira”, Rogério Aquino, ao Tiago Montanha obrigado pela amizade e por ter me ajudado muito, aos amigos e alunos do BaSEIB e ao grande Florêncio de Souza “Big Boss” obrigado pela ajuda, incentivo e ensinamentos durante todo este período.

### **Aos que ensinaram**

Aos professores do 2º Ciclo de Mestrado em Atividade Física e Saúde, ao Professor Doutor José Manuel Fernandes de Oliveira obrigado por tudo, pela orientação, oportunidade e ensinamentos, ao Professor Doutor Hélder Rui

Martins Fonseca muito obrigado pela excelente coorientação. Ao Professor Doutor André Seabra obrigado pelas explicações sobre estatística e tratamento dos dados.

### **À Universidade**

À Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, a biblioteca da FADEUP e a todos os Professores e funcionários muito obrigado pela contribuição na formação de conhecimento.

## Índice Geral

<b>Dedicatória</b>	<b>VII</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>IX</b>
<b>Índice Geral</b>	<b>XI</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>XIII</b>
<b>Índice de Tabelas</b>	<b>XV</b>
<b>Resumo</b>	<b>XVII</b>
<b>Abstract</b>	<b>XIX</b>
<b>Lista de abreviaturas</b>	<b>XXI</b>
<b>1 Introdução Geral</b>	<b>03</b>
<b>2 Revisão de Literatura</b>	<b>07</b>
Alterações da composição corporal após cirurgia bariátrica	
<b>3 Estudo Experimental</b>	<b>27</b>
Efeitos de um programa de exercícios físicos na composição corporal de obesos submetidos à cirurgia bariátrica	
<b>4 Conclusão e perspectivas futuras</b>	<b>51</b>
<b>5 Referências</b>	<b>55</b>



## Índice de figuras

### Capítulo 03

**Figura 1** **32**

Desenho do estudo e fluxograma dos procedimentos nas diversas fases do estudo.

**Figura 2** **35**

Estrutura de planejamento e periodização do treinamento de força.

**Figura 3** **39**

Representação gráfica das alterações das variáveis peso, índice de massa corporal (IMC) massa gorda apendicular (MGA) e massa magra apendicular (MMA) nos dois momentos pós cirurgia [1 mês (2); 6 meses (3)].



## Índice de tabelas

### Capítulo 03

<b>Tabela 1</b>	<b>36</b>
Características sócio-demográficas, das dimensões corporais e clínicas, da totalidade da amostra	
<b>Tabela 2</b>	<b>37</b>
Efeitos da cirurgia bariátrica na composição corporal	
<b>Tabela 3</b>	<b>38</b>
Comparação de médias nos dois grupos e nos dois momentos pós-cirúrgicos para as variáveis peso, IMC e da composição corporal	
<b>Tabela 4</b>	<b>40</b>
Comparação de médias das variáveis de estudo no grupo de intervenção, em função da adesão (<50% ou >50%)	





## Resumo

Este estudo tem como objetivos, identificar o papel e valor do exercício físico regular na modulação da composição corporal de pacientes submetidos a cirurgia bariátrica. Também constatar se a assiduidade no programa de exercício físico influencia em melhores resultados no que se refere a manutenção de massa magra (MMA). Para apoiar nosso objetivo compilamos dois artigos nesse documento, sendo o primeiro um artigo de revisão para fundamentar as bases teóricas necessárias para a realização do estudo experimental, que é apresentado na sequência como segundo artigo do estudo. Na revisão de literatura foi apresentado uma introdução à obesidade, estudos relacionados ao tratamento da obesidade por procedimento cirúrgico bariátrico, bem como a técnica do bypass em Y de Roux (RGYB), as alterações na absorção dos nutrientes, a avaliação da composição corporal por densitometria radiológica de dupla energia (DXA), os efeitos da cirurgia bariátrica na massa muscular (MM), massa gorda (MG) e massa óssea (MO). O estudo experimental investigou o efeito de um programa de exercício físico na composição corporal (CC) de indivíduos obesos submetidos a cirurgia bariátrica (CB), classificou-se como um ensaio clínico aleatorizado com controle e foi desenvolvido em paralelo a subamostra de um projeto de investigação. Foi possível concluir que a cirurgia bariátrica resultou em diminuição significativa da massa corporal total e CC. O exercício não alterou a CC nos 6 meses após a cirurgia, independentemente da assiduidade ao programa.

**Palavras chaves:** Cirurgia bariátrica, composição corporal, absorciometria radiológica de dupla energia (DXA), exercício físico



## Abstract

This study aims to identify the role and value of regular physical exercise in modulating the body composition of patients undergoing bariatric surgery. Also verify if attendance in the physical exercise program influences in better results regarding the maintenance of lean mass. To support our goal we have compiled two articles in this paper, the first being a review article to provide the theoretical basis for the experimental study, which is presented as a second article in the study. The review of the literature presented an introduction to obesity, studies related to the treatment of obesity by bariatric surgical procedure, as well as Roux-en-Y bypass technique (RGYB), changes in nutrient absorption, body composition assessment by densitometry (DXA), the effects of bariatric surgery on muscle mass (MM), fat mass (FM) and bone mass (BM). The experimental study investigated the effect of a physical exercise program on the body composition (BC) of obese subjects undergoing bariatric surgery (BS), was classified as a randomized controlled clinical trial with control and was developed in parallel the sub-sample of a research project. It was possible to conclude that bariatric surgery resulted in a significant decrease in total body mass and BC. Exercise did not change BC within 6 months after surgery, regardless of program attendance.

**Keywords:** Bariatric surgery, body composition, Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), physical exercise



## Lista de abreviaturas

± Mais ou menos

< Menor

> Maior

≤ Menor igual

≥ Maior igual

3-MeH -Metil Histidina

AMG - Alteração do Metabolismo da Glicose

ANOVA – Análise de Variância

BaSEIB – Efeitos de um programa de exercício físico no risco de fratura óssea em doentes obesos submetidos a cirurgia bariátrica

BIA - Impedância Bioelétrica

CB – Cirurgia Bariátrica

CC – Composição Corporal

CMO - Mineral Ósseo

CMOA – Conteúdo Mineral Ósseo Apendicular

CMOT – Conteúdo Mineral Ósseo Total

DM2 - Diabetes Mellitus tipo 2

DMO - Densidade Mineral Óssea

DSHSJ - Departamento de Cirurgia Geral do Centro Hospitalar de São João

DXA - densitometria radiológica de dupla energia

HTA - Hipertensão Arterial

IFSO - International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic disorders

IMC – Índice de Massa Corporal

IVP - Insuficiência Vasculiar Periférica

MAT – Massa Apendicular Total

MG - Massa gorda

MGA – Massa Gorda Apendicular

MGC - Massa Gorda Corporal

MM - Massa Muscular

MMA – Massa Magra Apendicular  
MO - Massa óssea  
PA – Pressão Arterial  
PTH - Hormona Paratiroide  
RGYB - bypass em Y de Roux  
RM - Ressonância Magnética  
SAOS - Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono  
SD - Síndrome Depressiva  
SNS - Serviço Nacional de Saúde  
TAV - Tecido Adiposo Visceral  
TC - Tomografia Computadorizada

## **1. Introdução Geral**





## 1. Introdução geral

A obesidade destaca-se como um dos problemas de saúde mais graves no mundo (Yang et al., 2016). A sua prevalência tem aumentado nas últimas décadas, assim como a prevalência de outras doenças que lhe estão associadas (Stubbs et al., 2015) incluindo a diminuição da complacência arterial, a resistência à insulina e o aumento da estimulação simpática mediada por insulina, resultando em hipertensão arterial, diabetes tipo 2 e elevado risco de manifestação clínica de doença cardiovascular (Bratberg et al., 2014) e cancro (Aune et al., 2016; Yang et al., 2016). Dos tratamentos existentes para a obesidade referidos em vários estudos (Castañeda Gonzalez et al., 2010; Sweeting et al., 2015; Wu et al., 2009), a cirurgia bariátrica tem provado ser a terapia mais eficaz no tratamento da obesidade mórbida com IMC  $\geq 40\text{Kg/m}^2$ . Por esta razão o número de cirurgias bariátricas realizadas em todo o mundo tendo aumentado (Wilms et al., 2012, p. 365). Já é conhecido que a redução da massa corporal pelo efeito da cirurgia, resulta de alterações na composição corporal, com redução de massa gorda (MG) e uma inevitável redução de massa muscular (MM) (Otto et al., 2016). Esta redução excessiva de MM pode ter consequências metabólicas, na regulação glicêmica (Vaurs et al., 2015), sua redução pode ainda induzir a fragilidade óssea e o aumento de risco de fratura em situações traumáticas (Lalmohamed et al., 2012) e pode estar associada à diminuição da força muscular, com eventual comprometimento funcional na realização de tarefas diárias em contextos ocupacionais ou de lazer com consequências deletérias na qualidade de vida (Vaurs et al., 2015).

A presente dissertação é constituída por quatro capítulos. O primeiro capítulo é composto por uma introdução geral, onde os objetivos gerais deste trabalho são apresentados bem como a organização do documento. No segundo capítulo é apresentado um referencial teórico em formato de artigo de revisão, no qual foram coletados e organizados estudos pertinentes e relacionados com a obesidade, cirurgia bariátrica, a técnica do bypass em Y de Roux (RGYB), as alterações na absorção dos nutrientes, a avaliação da composição corporal por densitometria radiológica de dupla energia (DXA), os efeitos da cirurgia bariátrica

na MM, MG e massa óssea (MO). O terceiro capítulo é constituído por um artigo experimental sobre o efeito de um programa de exercício físico na composição corporal de indivíduos obesos submetidos a cirurgia bariátrica. Este estudo foi realizado com base num ensaio clínico aleatorizado com controlo e foi desenvolvido em paralelo numa sub-amostra desse ensaio clínico. Objetiva identificar o papel e valor do exercício físico regular na modulação da composição corporal de pacientes submetidos a cirurgia bariátrica. Também constatar se a assiduidade no programa de exercício físico influencia em melhores resultados no que se refere a manutenção de MM. No quarto capítulo é apresentado a conclusão e as perspectivas futuras.

## **2. Revisão de literatura (descritiva)**

### **Alterações da composição corporal após a cirurgia bariátrica**

Boppre, G.F; Souza, J. F<sup>1</sup>; Fonseca, H<sup>1</sup>; Oliveira, J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CIAFEL, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal



## Alterações da composição corporal após a cirurgia bariátrica

Boppre, G.F; Souza, J. F<sup>1</sup>; Fonseca, H <sup>1</sup>; Oliveira, J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CIAFEL, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal

**Resumo:** As frequentes transformações econômicas, rápida urbanização, liberação do comércio e mudanças nos estilos de vida, diminuíram o dispêndio energético relacionado com as atividades físicas em contextos laborais e de lazer. Adicionalmente, ocorreram alterações deletérias dos hábitos alimentares, composição dos alimentos e da dieta com repercussões nos indicadores de saúde. A obesidade é frequentemente associada a um balanço energético positivo em comparação ao gasto energético decorrente de uma atividade física habitual insuficiente em comparação ao elevado nível de ingestão alimentar o que leva a acumulação excessiva do tecido adiposo. Os factos anteriormente descritos, podem, em parte, explicar a elevada prevalência de obesidade e comorbilidades associadas. A obesidade é considerada mundialmente um dos problemas de saúde mais graves, estando associada a várias alterações fisiopatológicas e ao desenvolvimento de vários tipos de cancro, aumentando o risco de mortalidade por todas as causas. A cirurgia bariátrica é considerada a terapia mais eficaz no tratamento da obesidade severa, tendo um aumento exponencial ao longo dos anos. Vários estudos reportam que meses após a cirurgia, os doentes experimentam uma significativa redução do peso para além do controle das comorbilidades associadas. Para além disso, alterações da composição corporal são nítidas meses após o procedimento cirúrgico, em parte devido à restrição da ingestão de nutrientes, pelo que os doentes apresentam perdas significativas de massa gorda, massa magra, além de um risco acrescido de diminuição da densidade mineral óssea e do conteúdo mineral ósseo, com elevado risco de fratura óssea.

**Palavras chaves:** Obesidade, Cirurgia bariátrica, Composição corporal, DXA

**Abstract:** Frequent economic transformations, rapid urbanization, trade liberalization and changes in lifestyle have reduced energy expenditure related to physical activities in labor and leisure contexts. In addition, there were deleterious changes in eating habits, composition of foods and diet with repercussions on health indicators. Obesity is often associated with a positive energy balance compared to energy expenditure due to insufficient habitual physical activity compared to a high level of food intake, which leads to an increase in the accumulation of adipose tissue. These aspects may partly explain the high prevalence of obesity and associated comorbidities. Obesity is considered one of the most serious health problems in the world, is associated with several pathophysiological changes and the development of several types of cancer, increasing the risk of all-cause mortality. Bariatric surgery is considered the most effective therapy in the treatment of severe obesity, having an exponential increase over the years. Studies support that months after surgery patients experience significant weight reduction beyond the control of associated comorbidities. Changes in body composition are clear months after the surgical procedure, partly due to restriction of nutrient intake, patients presenting significant losses of fat mass, lean mass, and an increased risk of decreased bone mineral density and bone mineral content with high risk of bone fracture.

**Key words:** Obesity, Bariatric surgery, Body composition, DXA

## Revisão da Literatura

Nas últimas décadas houve uma transformação sem precedentes nas sociedades. O crescimento económico e o aumento da urbanização conduziram a mudanças nos estilos de vida das populações, que favoreceram uma

diminuição do dispêndio energético relacionado com a atividade física diária, em contextos laborais e de lazer (Ng & Popkin, 2012). Adicionalmente, ocorreram alterações deletérias dos hábitos alimentares e da composição dos alimentos da dieta habitual que tiveram repercussões negativas em diversos indicadores de saúde (Malik et al., 2013). Das várias causas possíveis para a obesidade, a mais frequente está associada a um balanço energético positivo, isto é, a um gasto energético decorrente da atividade física habitual insuficiente relativamente a um elevado nível de ingestão alimentar, o que conseqüentemente leva à acumulação excessiva de tecido adiposo (Gavrieli & Mantzoros, 2016; Hopkins & Blundell, 2016; Smyers et al., 2015). Estes aspectos explicam, pelo menos em parte, a elevada prevalência da obesidade e das várias comorbilidades que lhe estão associadas (Stubbs et al., 2015, p. 1). Este é, atualmente, um dos problemas de saúde mais graves, tendo sido reportado que em 2014 existam, em todo o mundo, mais de 1,9 bilhões de adultos com excesso de peso e mais de 600 milhões de adultos com obesidade (Yang et al., 2016, p. 1).

A obesidade está relacionada com várias alterações fisiopatológicas, incluindo a diminuição da complacência arterial, aumento da resistência à insulina e o aumento da estimulação simpática mediada pela insulina, favorecendo a ocorrência de hipertensão arterial, diabetes mellitus tipo 2 (DM2) e, conseqüentemente, o aumento do risco de doença cardiovascular (Bratberg et al., 2014, p. 1). A obesidade está, também, associada ao desenvolvimento de vários tipos de cancro (Aune et al., 2016; Yang et al., 2016) assim como a risco aumentado de mortalidade por todas as causas (Livhits et al., 2010, p. 357). Clinicamente a obesidade é definida através de um indicador ponderal, o índice de massa corporal (IMC), sendo que um  $IMC > 25 \text{ Kg/m}^2$  corresponde a excesso de peso,  $IMC \geq 30 \text{ Kg/m}^2$  corresponde a obesidade grau I,  $IMC \geq 35 \text{ Kg/m}^2$  obesidade grau II,  $IMC \geq 40 \text{ Kg/m}^2$  obesidade grau III e super obesidade a um  $IMC \geq 50 \text{ kg/m}^2$  (Livhits et al., 2010; Quintas-Neves et al., 2016; Shah et al., 2011).

A presente revisão da literatura tem como objetivo descrever as principais evidências existentes na literatura relativamente às alterações da composição corporal (CC) que ocorrem em doentes com obesidade após a realização de

cirurgia bariátrica (CB), privilegiando-se para este fim os estudos que recorreram à densitometria radiológica de dupla energia (DXA) para avaliação da CC.

### **Cirurgia bariátrica**

Atualmente existem poucas estratégias para o tratamento eficaz da obesidade. Terapêuticas farmacológicas, dietas hipocalóricas e programas de exercício físico são algumas estratégias frequentemente utilizadas na redução do peso corporal de doentes com obesidade. Contudo, a eficácia destas estratégias é, na generalidade, reduzida. Uma meta-análise recente que comparou a eficácia de duas intervenções para diminuição do peso em doentes com obesidade (dieta mais exercício *versus* dieta), a longo e a curto prazo, demonstrou que um programa combinado de dieta mais exercício físico resultou em maior diminuição de peso a longo prazo comparativamente a um programa de dieta, apenas. Contudo, ambos os programas estiveram associados a uma recuperação significativa do peso inicialmente perdido (Wu et al., 2009), o que demonstra a baixa eficácia a longo prazo destas estratégias.

Uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados que avaliou a eficácia, a longo prazo, de tratamentos farmacológicos na perda de peso, revelou que a eficácia da farmacoterapia é, também, modesta. A recuperação do excesso de peso perdido é a regra após a interrupção do tratamento e os frequentes efeitos adversos associados aos fármacos conjugados com os elevados custos dos mesmos, são fatores que desincentivam o uso generalizado da farmacoterapia no tratamento da obesidade (Castañeda Gonzalez et al., 2010). Um estudo recente de revisão (Sweeting et al., 2015) sugere que, a limitada eficácia da farmacoterapia no tratamento da obesidade poderá estar também associada a mecanismos neuroendócrinos contrarreguladores que levam a uma falência do tratamento e que promovem uma recuperação do excesso de peso perdido. A tolerabilidade destes tratamentos e o desenvolvimento de efeitos adversos cardiovasculares e neurocognitivos são, contudo, alguns dos principais aspetos negativos desta estratégia.

Em parte, devido aos aspectos anteriormente referidos, aderir a intervenções farmacológicas ou que impliquem a alteração do estilo de vida e que visem a perda de peso é para muitos doentes com obesidade um objetivo difícil de alcançar, o que poderá, pelo menos em parte, explicar a baixa eficácia destas estratégias.

Durante a última década, a CB surgiu como a terapia mais eficaz no tratamento da obesidade severa, sendo que o número de cirurgias realizadas em todo o mundo tem aumentado exponencialmente (Wilms et al., 2012). Dados recentemente publicados pela International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic disorders (IFSO) mostram que em 2014, na Europa, foram realizados 149,279 procedimentos cirúrgicos bariátricos, sendo que destes 54.670 foram gastroplastias verticais com bypass em Y de Roux (RYGB). Em Portugal, em 2014 foram realizadas 2.892 cirurgias sendo que 1.290 foram RYGB (Angrisani et al., 2017). A CB pela técnica de RYGB produz mudanças profundas no metabolismo que levam a uma rápida perda de peso em doentes com obesidade (Coen et al., 2015). Um estudo realizado com doentes obesos (n=32, 46,7±10,4 anos; 141,4 ± 29,4 kg) submetidos a RYGB e que foram avaliados no pós-operatório para monitorização da CC por DXA revelou que 14 meses após cirurgia, os doentes apresentavam, em média, uma diminuição de peso de 52,3 ± 16,6 kg, o que correspondeu a uma redução do excesso de peso de 36,5 ± 5,5% (Zalesin et al., 2010). Adicionalmente, existem estudos que verificaram a redução de várias comorbilidades relacionadas com a obesidade após a CB (Sarkhosh et al., 2013). Um estudo de revisão sistemática e meta-análise (Buchwald et al., 2014) que avaliou as taxas de resolução de comorbilidades após a RYGB, verificou que, a taxa de resolução da DM2 variou entre 75% e 92%, que a taxa de resolução da dislipidemia variou entre 33,6% e 76,7%, a taxa de resolução da apneia obstrutiva do sono variou entre 91,4% e 93,5%, a resolução da hipertensão arterial foi de 58%.

Ensaio clínicos randomizados que comparam a CB à terapêutica médica convencional no controlo da DM2, verificaram que a CB levou a uma diminuição de peso superior e a um melhor controle da glicemia aos 12 meses (Schauer et al., 2012) e aos 24 meses (Mingrone et al., 2012) após a cirurgia. Outro estudo



que comparou o tratamento médico intensivo ao tratamento cirúrgico com RYGB em doentes com um IMC entre 30 e 40 Kg/m<sup>2</sup> verificou que, 12 meses após a cirurgia, 49% dos doentes tinham estabilizado o controlo glicémico da diabetes, comparativamente a apenas 19% dos doentes submetidos ao tratamento médico (Ikramuddin et al., 2013). Outro estudo retrospectivo realizado em doentes com obesidade verificou também que 68,2% dos doentes com diabetes obtiveram uma remissão completa da diabetes mellitus tipo 2 (DM2) 5 anos após o RYGB (Arterburn et al., 2013). Um estudo prospectivo que comparou a eficácia da CB pela técnica de RYGB com a gastroplastia vertical e a colocação de banda gástrica na pressão arterial (PA) aos 2 e aos 10 anos de seguimento verificou que a técnica de RYGB esteve associada a uma redução sustentada da PA a longo prazo (Hallersund et al., 2013). Outro estudo que avaliou ao longo de 4 anos 115 doentes com obesidade submetidos a RYGB verificou uma normalização da glicemia em 80% dos doentes, normalização da hipertensão arterial em 70% dos pacientes e diminuição da dose da medicação anti-hipertensora numa porção significativa dos restantes, assim como normalização da dislipidemia em 70% dos doentes. Adicionalmente, todos os doentes com síndrome de apneia obstrutiva do sono em tratamento respiratório noturno, interromperam o respetivo tratamento um ano após a cirurgia (Gracia et al., 2009).

### **O que é o bypass gástrico?**

O RYGB consiste na divisão do estômago em duas partes, uma menor pela qual transitarão os alimentos e outra maior que ficará isolada do contacto com os alimentos ingeridos. A bolsa gástrica de menor dimensão (cerca de 15-30 ml), que é criada a partir da parte superior do estômago, é depois anastomosada ao jejuno, criando um *bypass* direto dos alimentos entre o estômago e a segunda porção do intestino delgado. A bolsa gástrica de maiores dimensões, criada a partir da porção inferior do estômago, permanece ligada ao duodeno, criando-se assim uma porção de trato gastrointestinal com aproximadamente 100-150 cm para a qual drenam a bile e o suco pancreático e

que apenas se misturam com o alimento ingerido quando este já se encontra no jejuno (Elder & Wolfe, 2007; PALERMO et al., 2015; Peterson, 2016). Esta técnica é classificada como mista porque interfere com dois mecanismos que levam à perda de peso – restrição do volume de alimento ingerido e redução da absorção dos nutrientes. Enquanto a redução do tamanho do estômago provoca a percepção de saciedade com um menor volume de alimentos ingerido, a ligação direta entre o estômago e o jejuno provoca uma diminuição da absorção dos nutrientes (Colquitt et al., 2014; Elder & Wolfe, 2007). Essa técnica está, contudo, associada a algumas complicações. Um estudo de revisão verificou que, após *bypass* gástrico, cerca de 1% dos doentes desenvolve hérnia incisional, hérnia interna ou úlcera marginal enquanto que cerca de 2% dos doentes desenvolve anemia, deficiência de ferro que requer transfusão ou deficiência de vitamina B12 (PALERMO et al., 2015; Puzifferri et al., 2014).

### **Alterações na absorção de nutrientes**

Já está bem documentado na literatura que doentes obesos submetidos a CB apresentam frequentemente deficiência de cálcio e vitamina D (Bloomberg et al., 2005; Ledoux et al., 2014; Slater et al., 2004). O duodeno e o jejuno proximal são locais preferenciais para a absorção do cálcio alimentar, enquanto a vitamina D é absorvida preferencialmente no jejuno e íleo. A mal absorção do cálcio e da vitamina D decorre das alterações na anatomia e fisiologia do intestino delgado induzidas pelos procedimentos cirúrgicos bariátricos. A reduzida absorção da vitamina D agrava também a mal absorção do cálcio. A diminuição da absorção alimentar de cálcio leva conseqüentemente a uma diminuição do cálcio sanguíneo o que contribui para a produção aumentada de hormona da paratiroide (PTH) na tentativa de promover a libertação do cálcio armazenado no tecido ósseo. Este défice de cálcio, quando perpetuado no tempo pode causar excessiva perda de massa óssea e risco a longo prazo de osteoporose (Bloomberg et al., 2005).

Um estudo de coorte (Slater et al., 2004) realizado em obesos submetidos a CB (n=170) e que mediu os valores séricos das vitaminas A, D, E e K, zinco,

PTH, cálcio e fosfatase alcalina, revelou que a de deficiência de vitamina A foi de 69%, vitamina K de 68% e vitamina D de 63% no quarto ano após a CB. A incidência de hipocalcemia aumentou de 15% para 48% durante o período de estudo, com um correspondente aumento dos valores de PTH em 69% dos pacientes no quarto ano de pós-operatório. O metabolismo do cálcio foi afetado com uma incidência crescente de hiperparatiroidismo secundário e evidência de aumento da reabsorção óssea em 3% dos pacientes. Outra das alterações nutricionais encontrada frequentemente em doentes com obesidade submetidos a CB é o déficit de ferro. Por exemplo, em doentes submetidos a RYGB, observou-se que a hemoglobina diminuiu de 13,4 g/dl para 12,8 g/dl e que a ferritina diminuiu de 87,5 ng/ml para 55,4 ng/ml entre os 24-48 meses após a cirurgia (von Drygalski et al., 2011). Outro estudo realizado em doentes submetidos a RYGB verificou também baixos níveis de ferritina em 15% e anemia em 17% dos doentes um ano após a cirurgia (Toh et al., 2009). Com maior tempo de seguimento, a deficiência de ferro foi observada em 40% dos doentes aos 2 anos e em 54,5%, aos 3 anos após a cirurgia. Aos 2 anos, 46,6% dos pacientes já haviam desenvolvido anemia e 63,6% aos 3 anos (Vargas-Ruiz et al., 2008).

### **Avaliação da composição corporal por tecnologia DXA**

Existem várias técnicas que permitem avaliar a CC, designadamente impedância bioelétrica (BIA), densitometria radiológica de dupla energia (DXA), tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM) (Messina et al., 2016; Yip et al., 2015).

Moreira e colaboradores referem, num estudo de revisão sistemática para avaliação da massa muscular, que a maioria dos ensaios randomizados recorre à tecnologia de DXA como método de avaliação (Moreira et al., 2015). Este método permite distinguir o conteúdo mineral ósseo (CMO) dos tecidos moles, subdividindo os últimos em MG e MM de acordo com limiares de densidade estabelecidos com base em modelos de calibração (Clark et al., 2016).

A DXA apresenta algumas desvantagens que podem limitar a sua utilização em determinadas situações. Estas desvantagens podem estar relacionadas com o tamanho da área de avaliação, nomeadamente a dificuldade de avaliar pessoas com altura superior a 190 cm, pessoas com circunferência do braço superior a 58 cm, assim como baixa confiabilidade da avaliação em pessoas com peso inferior a 40 kg, pelo que deverá ser usado com precaução em crianças (Moreira et al., 2015). A avaliação de doentes também pode ser problemática já que a largura do tronco poderá ser maior do que a largura da superfície da mesa do exame. Porém esta limitação poderá ser minimizada através da avaliação de apenas meio corpo realizando-se uma estimativa contralateral (Lorente Ramos et al., 2012). A DXA mostrou ser uma tecnologia é precisa, reprodutível, rápida e envolvendo dose de radiação muito baixa para o paciente. Todas estas vantagens tornam este método de densitometria ideal na investigação clínica em estudos longitudinais em adultos e crianças (Bazzocchi et al., 2016; Guglielmi et al., 2016). É indispensável para a prática clínica na osteoporose, é o método de referência para medir a densidade mineral óssea (DMO) na coluna lombar e colo do fémur (Briot, 2013), para além de avaliar o estado metabólico através da medição de parâmetros da CC como a massa muscular e a gordura visceral (Choi, 2016). É, ainda, técnica de referência no diagnóstico de sarcopenia (Guglielmi et al., 2016).

### **Efeitos da cirurgia bariátrica na massa muscular**

Existem evidências de que os doentes submetidos a CB têm reduções significativas de massa muscular dois anos após a cirurgia e que as perdas de massa muscular podem ocorrer mesmo sem mudanças significativas do IMC (Bazzocchi et al., 2015). Num estudo (Ciangura et al., 2010) em que foram realizadas medições da CC total e regional com DXA aos 3, 6 e 12 meses num grupo de mulheres obesas submetidas a RYGB (n=42) e num grupo de mulheres obesas submetidas apenas a acompanhamento nutricional (n=48), verificou-se que, a perda de peso, massa gorda MG e MM, nos 3 primeiros meses foi maior após a RYGB comparativamente ao grupo submetido apenas a

acompanhamento nutricional. Neste estudo, um ano após a RYGB, verificou-se uma diminuição média do peso corporal de  $36,0 \pm 12,5$  kg, uma diminuição de MG total de  $26,0 \pm 9,1$  kg, bem como da MG do tronco e apendicular. Em contraste, a diminuição da MM total, que foi de  $9,8 \pm 4,8$  kg ao fim de 1 ano após a cirurgia, bem como a diminuição de MM no tronco e apendicular, estabilizou entre os 3-6 meses após a cirurgia. Adicionalmente, verificou-se que as taxas de diminuição de peso, de diminuição da MG e da MM foram maiores durante os 3 primeiros meses após a RYGB ( $6,4 \pm 1,8$  Kg no 1º mês;  $4,1 \pm 1,7$  Kg no 2º mês;  $2,3 \pm 1,2$  kg no 3º mês). Um estudo longitudinal (Tamboli et al., 2010) que avaliou a CC regional, a proteólise e o gasto energético antes, 6 e 12 meses após o RYGB verificou que a perda de MM constituiu, em média,  $27,8 \pm 10,2\%$  da perda de peso total obtida aos 12 meses após a cirurgia. Verificou-se ainda que a maior parte da perda de MM ocorreu nos primeiros 6 meses após RYGB ( $18 \pm 6\%$  da MM inicial). Durante este período, a região do tronco contribuiu com 66% da perda total de MM verificada. A perda de MM verificada nos primeiros 6 meses após a RYGB, ocorreu apesar da diminuição da degradação da proteína muscular indicado por uma diminuição da concentração de 3-MeH (Metil histidina).

### **Efeitos da cirurgia bariátrica na massa gorda**

A cirurgia do RYGB, induz uma perda de peso rápida e significativa, incluindo a perda de uma quantidade substancial de gordura. A qualidade e o local da perda de gordura são tão importantes quanto a quantidade de gordura adquirida ou perdida. O tecido adiposo visceral (TAV) está associado à presença de resistência à insulina independentemente da adiposidade total, e a diminuição da gordura visceral melhora a sensibilidade à insulina e a homeostase da glicose (Ferrannini & Mingrone, 2009; Vetter et al., 2009). Um estudo (Bazzocchi et al., 2015) que monitorizou o impacto da RYGB na CC de mulheres (n=41) com idade média de  $40,6 \pm 10$  anos e IMC  $42,6 \pm 6,6$  Kg/m<sup>2</sup>, antes e aos 3, 6, 12 e 24 meses após a cirurgia verificou que a diminuição progressiva do IMC esteve associada a uma redução da MG total e regional. Observou-se ainda um decréscimo

progressivo do rácio MG/MM total e MG/MM androide nos períodos entre 3 a 6 meses ( $19,1 \pm 8,4\%$  e  $26,5 \pm 10,9\%$ ,  $p < 0,0001$ ) e de 6 a 12 meses ( $23,5 \pm 16,8\%$  e  $29,4 \pm 23,9\%$ ,  $p < 0,0001$ ) após a cirurgia. O TAV foi o parâmetro que apresentou maior diminuição aos 12 meses após cirurgia ( $65,6 \pm 17,5\%$ ).

Outro estudo (Kim et al., 2014) realizado com um total de 33 doentes obesos com diabetes tipo 2 que foram submetidos a RYGB e que foram acompanhados durante 2 anos para avaliação da gordura subcutânea e visceral abdominal por tomografia computadorizada (TC) verificou que a percentagem média de perda de peso foi de  $22,2 \pm 5,3\%$  aos 12 meses e de  $21,3 \pm 5,1\%$  aos 24 meses após a cirurgia e que área de gordura visceral diminuiu  $53,6 \pm 17,1\%$  aos 24 meses enquanto que a gordura abdominal subcutânea diminuiu  $32,7 \pm 16,1\%$  aos 24.

### **Efeitos da cirurgia bariátrica na massa óssea**

Vários estudos documentam um risco acrescido de diminuição da densidade mineral óssea (DMO) e aumento no risco de fratura em doentes obesos submetidos a CB (Lu et al., 2015; Nakamura et al., 2014; Viégas et al., 2010). A CB pode afetar negativamente a saúde óssea, aumentando os marcadores de remodelação óssea, reduzindo a densidade mineral óssea e alterando vários parâmetros de histomorfometria óssea. Porém, até ao momento poucos estudos analisaram efetivamente o efeito da CB no risco de fratura e os resultados existentes são contraditórios (Rousseau et al., 2016).

As consequências da CB no metabolismo ósseo podem diferir entre os vários procedimentos cirúrgicos existentes. A exclusão da passagem dos alimentos por parte significativa do intestino delgado no RYGB leva à mal absorção de vários nutrientes o que pode desencadear alterações hormonais que podem causar efeitos deletérios no metabolismo ósseo. Estas alterações são acompanhadas por aumentos nos marcadores de remodelação óssea que são inicialmente independentes da perda de peso, de alterações da PTH ou da concentração de 25-hidroxivitamina D (Bredella et al., 2017; Yu et al., 2016).

Um estudo (Biagioni et al., 2017) que teve como objetivo avaliar as repercussões da perda de peso, MG, MM e as alterações bioquímicas e hormonais nos marcadores de remodelação óssea em 30 mulheres no pré-operatório e aos 3, 12, e 24 meses após o RYGB verificou que a concentração de CTX (um marcador bioquímico de reabsorção óssea) correlacionou-se positivamente com a concentração de adiponectina aos 24 meses e inversamente com a concentração de leptina no pré-operatório. Os resultados do estudo sugerem que, a perda de peso induzida pelo RYGB e as alterações bioquímicas, hormonais e da CC decorrentes da cirurgia estão associadas a uma remodelação óssea maior.

Um estudo de revisão (Yu, 2014) acerca das alterações do metabolismo ósseo após CB refere que os marcadores ósseos permanecem elevados e que a perda de massa óssea pode continuar até ao segundo e terceiro anos após a cirurgia. Este estudo também sugere que a concentração sanguínea dos marcadores de remodelação óssea é maior do que o esperado mesmo 3 anos após a cirurgia bariátrica. No entanto, pacientes com obesidade severa tendem a ter uma DMO mais elevada pré-operatória, e, portanto, o significado clínico da perda óssea após a CB não é claro. Este estudo refere ainda que existem evidências contraditórias sobre a prevalência de osteopenia após a cirurgia bariátrica.

Um estudo transversal que avaliou a DMO e os níveis sanguíneos de CTX, osteocalcina, cálcio, PTH e 25-hidroxivitamina D em mulheres (n=48), 3 anos após RYGB, comparando-as com mulheres saudáveis (n=41), verificou que no grupo RYGB, 77% dos indivíduos apresentavam insuficiência de vitamina D enquanto 41,7% apresentaram níveis de PTH, osteocalcina e CTX superiores ao grupo controlo (mulheres saudáveis), sem, contudo, se verificarem diferenças na DMO (Yu et al., 2015). Outro estudo (Costa et al., 2014) relatou valores elevados de CTX em 66,7% dos indivíduos após a cirurgia bariátrica, tendo este marcador permanecido elevado durante os primeiros 18 meses após a cirurgia, momento a partir do qual se começou a verificar a sua diminuição. A perda de massa óssea observada estava correlacionada com o IMC pós-operatório ( $28,2 \pm 4,2$  Kg/m<sup>2</sup> grupo submetido a cirurgia e  $27,2 \pm 4,2$  Kg/m<sup>2</sup> no grupo de controlo), 25-

hidroxivitamina D (60% no grupo submetido a cirurgia e 16,6% no grupo de controlo). Um estudo prospectivo que analisou mulheres (n=22) antes e um ano após a RYGB com o objetivo de investigar a relação entre a perda de peso após CB e a microarquitetura óssea usando tomografia computadorizada quantitativa periférica de alta resolução verificou que, apesar do osso trabecular ter permanecido estável, o osso cortical sofreu uma deterioração, especialmente no local da tíbia, o que se associou a níveis elevados de PTH (Stein et al., 2013).

Os mecanismos subjacentes ao aumento da reabsorção óssea após perda de peso não são totalmente compreendidos, mas dois fatores parecem estar envolvidos. Um destes fatores está relacionado com a redução do volume de gordura, a qual leva a uma diminuição das concentrações circulantes de estrogênios, que são parcialmente sintetizados no tecido adiposo por via da atividade da enzima aromatase (Guney et al., 2003). Outro fator que parece estar relacionado com a perda de massa óssea, será a diminuição da leptina no plasma o que pode resultar no aumento do recrutamento de osteoclastos e da remodelação óssea (Meier et al., 2002; Reid, 2002).

Um estudo (Lalmohamed et al., 2012) em que foram avaliados, ao longo de 2,2 anos, doentes obesos (n=2079; IMC  $\geq 30$  Kg/m<sup>2</sup>) submetidos a CB e em que o objetivo foi determinar o risco de fratura comparativamente a um grupo de controlo (n=10 442), verificou que não houve aumento significativo do risco de fratura em pacientes submetidos a CB (8,8 vs 8,2 por 1000 pessoas/ano; risco relativo ajustado 0,89, IC de 95%). A CB também não afetou o risco de fraturas osteoporóticas e não osteoporóticas. No entanto, neste estudo verificou-se uma tendência para um aumento do risco de fratura aos três e aos cinco após a CB.

Um estudo de coorte (Nakamura et al., 2014) que avaliou a incidência de fraturas ósseas em 258 residentes de Olmsted County, Minnesota ao longo de cerca de 7 anos de seguimento e que foram submetidos a CB entre 1985 e 2004, verificou a ocorrência de 132 casos de fraturas em 79 indivíduos. Neste estudo, o risco relativo de ocorrência de qualquer fratura nos doentes submetidos a CB foi 2,3 vezes maior (95% de IC) com maior prevalência de fraturas da anca, coluna, antebraço distal, úmero. O estudo também sugere que, a CB está associada a alterações bioquímicas, hormonais e mecânicas e podem estar



associadas a um risco aumentado de fratura. Outro estudo que avaliou indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica (n=12676) entre 2001 e 2014 comparando-os a outros doentes obesos (n=38028) e a controlos não obesos (126760) verificou que uma parte mais significativa dos doentes que tinham sido submetidos a CB apresentavam probabilidade de fratura (10,5%) comparativamente ao grupo de doentes obesos (8,1%) e ao grupo de controlos não obesos (6,6%), ou seja, os indivíduos submetidos a CB tiveram maior propensão a ter quadros de fratura comparativamente a outros doentes obesos e a controlos não obesos, sobretudo ao nível das fraturas da coluna vertebral, anca e fémur.

## **Conclusão**

A cirurgia bariátrica mostrou ser uma terapia eficaz a longo prazo no tratamento da obesidade e de várias das suas comorbilidades comparativamente a outros métodos farmacológicos e não farmacológicos, atuando eficientemente na redução da massa corporal total, bem como da diminuição e da massa gorda. Contudo, a cirurgia bariátrica parece estar também associada a uma perda acentuada da massa muscular e de massa óssea o que poderá levar ao desenvolvimento de um risco acrescido de fraturas ósseas a longo prazo. Este risco está relacionado com a restrição de alimentos ingeridos assim como com a mal absorção de vários desses nutrientes.

Apesar de existirem várias evidências na literatura acerca do tipo e magnitude das alterações da composição corporal que ocorrem após a CB, existem ainda várias questões em aberto. Nomeadamente, existe uma escassez de evidências experimentais relativamente ao tipo de alterações da massa magra por compartimento anatómico. Este tipo de avaliação segmentar seria fundamental para compreender as implicações que as alterações na composição corporal poderão ter na aptidão física e funcional dos doentes após a cirurgia. Adicionalmente, a maioria dos estudos realizados neste âmbito apenas monitoriza as alterações na composição corporal ao fim de vários meses após a cirurgia, tipicamente 3 a 6 meses após, o que limita a capacidade de perceber o

momento a partir do qual as alterações na composição corporal se começam a manifestar de forma significativa.

## Referências bibliográficas

- Angrisani, L., Santonicola, A., Iovino, P., Vitiello, A., Zundel, N., Buchwald, H., & Scopinaro, N. (2017). Bariatric Surgery and Endoluminal Procedures: IFSO Worldwide Survey 2014. *Obesity surgery*.
- Arterburn, D. E., Bogart, A., Sherwood, N. E., Sidney, S., Coleman, K. J., Haneuse, S., O'Connor, P. J., Theis, M. K., Campos, G. M., McCulloch, D., & Selby, J. (2013). A multisite study of long-term remission and relapse of type 2 diabetes mellitus following gastric bypass. *Obesity surgery*, 23(1), 93-102.
- Aune, D., Sen, A., Prasad, M., Norat, T., Janszky, I., Tonstad, S., Romundstad, P., & Vatten, L. J. (2016). BMI and all cause mortality: systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3.74 million deaths among 30.3 million participants. *Bmj*, 353, i2156.
- Bazzocchi, A., Ponti, F., Albisinni, U., Battista, G., & Guglielmi, G. (2016). DXA: Technical aspects and application. *European Journal of Radiology*, 85(8), 1481-1492.
- Bazzocchi, A., Ponti, F., Cariani, S., Diano, D., Leuratti, L., Albisinni, U., Marchesini, G., & Battista, G. (2015). Visceral fat and body composition changes in a female population after RYGBP: a two-year follow-up by DXA. *Obesity surgery*, 25(3), 443-451.
- Biagioni, M. F., Mendes, A. L., Nogueira, C. R., Leite, C. V., Gollino, L., & Mazeto, G. M. (2017). Bariatric Roux-En-Y Gastric Bypass Surgery: Adipocyte Proteins Involved in Increased Bone Remodeling in Humans. *Obesity surgery*.
- Bloomberg, R. D., Fleishman, A., Nalle, J. E., Herron, D. M., & Kini, S. (2005). Nutritional deficiencies following bariatric surgery: what have we learned? *Obesity surgery*, 15(2), 145-154.
- Bratberg, J. A., Bulut, E., Rieck, A. E., Lonnebakken, M. T., Hetland, T., & Gerdt, E. (2014). Determinants of systolic blood pressure response during exercise in overweight subjects. *Blood Press*, 23(4), 200-205.
- Bredella, M. A., Greenblatt, L. B., Eajazi, A., Torriani, M., & Yu, E. W. (2017). Effects of Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy on bone mineral density and marrow adipose tissue. *Bone*, 95, 85-90.
- Briot, K. (2013). DXA parameters: beyond bone mineral density. *Joint Bone Spine*, 80(3), 265-269.
- Buchwald, H., Buchwald, J. N., & McGlennon, T. W. (2014). Systematic review and meta-analysis of medium-term outcomes after banded Roux-en-Y gastric bypass. *Obesity surgery*, 24(9), 1536-1551.
- Castañeda Gonzalez, L., Camberos Solís, R., Bacardí Gascón, M., & Jiménez Cruz, A. (2010). Long-term randomized clinical trials of pharmacological treatment of obesity: Systematic review. *Revisión sistemática de estudios clínicos aleatorios sobre el tratamiento farmacológico a largo plazo para la obesidad.*, 41(1), 41.17-25.
- Choi, Y. J. (2016). Dual-Energy X-Ray Absorptiometry: Beyond Bone Mineral Density Determination. *Endocrinology and metabolism (Seoul, Korea)*, 31(1), 25-30.

- Ciangura, C., Bouillot, J. L., Lloret-Linares, C., Poitou, C., Veyrie, N., Basdevant, A., & Oppert, J. M. (2010). Dynamics of change in total and regional body composition after gastric bypass in obese patients. *Obesity (Silver Spring)*, *18*(4), 760-765.
- Clark, P., Denova-Gutierrez, E., Ambrosi, R., Szulc, P., Rivas-Ruiz, R., & Salmeron, J. (2016). Reference Values of Total Lean Mass, Appendicular Lean Mass, and Fat Mass Measured with Dual-Energy X-ray Absorptiometry in a Healthy Mexican Population. *Calcified tissue international*, *99*(5), 462-471.
- Coen, P. M., Menshikova, E. V., Distefano, G., Zheng, D., Tanner, C. J., Standley, R. A., Helbling, N. L., Dubis, G. S., Ritov, V. B., Xie, H., Desimone, M. E., Smith, S. R., Stefanovic-Racic, M., Toledo, F. G., Houmard, J. A., & Goodpaster, B. H. (2015). Exercise and Weight Loss Improve Muscle Mitochondrial Respiration, Lipid Partitioning, and Insulin Sensitivity After Gastric Bypass Surgery. *Diabetes*, *64*(11), 3737-3750.
- Colquitt, J. L., Pickett, K., Loveman, E., & Frampton, G. K. (2014). Surgery for weight loss in adults. *The Cochrane database of systematic reviews*(8), Cd003641.
- Costa, T. L., Paganotto, M., Radominski, R. B., Kulak, C. M., & Borba, V. C. (2014). Calcium metabolism, vitamin D and bone mineral density after bariatric surgery. *Osteoporosis international*, *26*(2), 757-764.
- Elder, K. A., & Wolfe, B. M. (2007). Bariatric surgery: a review of procedures and outcomes. *Gastroenterology*, *132*(6), 2253-2271.
- Ferrannini, E., & Mingrone, G. (2009). Impact of Different Bariatric Surgical Procedures on Insulin Action and  $\beta$ -Cell Function in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, *32*(3), 514-520.
- Gavrieli, A., & Mantzoros, C. S. (2016). Novel Molecules Regulating Energy Homeostasis: Physiology and Regulation by Macronutrient Intake and Weight Loss. *Endocrinol Metab (Seoul)*.
- Gracia, J. A., Martinez, M., Elia, M., Aguilera, V., Royo, P., Jimenez, A., Bielsa, M. A., & Arribas, D. (2009). Obesity surgery results depending on technique performed: long-term outcome. *Obesity surgery*, *19*(4), 432-438.
- Guglielmi, G., Ponti, F., Agostini, M., Amadori, M., Battista, G., & Bazzocchi, A. (2016). The role of DXA in sarcopenia. *Ageing clinical and experimental research*.
- Guney, E., Kisakol, G., Ozgen, G., Yilmaz, C., Yilmaz, R., & Kabalak, T. (2003). Effect of Weight Loss on Bone Metabolism: Comparison of Vertical Banded Gastroplasty and Medical Intervention. *Obesity Surgery*, *13*(3), 383-388.
- Hallersund, P., Sjöström, L., Olbers, T., Lönroth, H., Jacobson, P., Wallenius, V., Näslund, I., Carlsson, L. M., & Fändriks, L. (2013). Gastric Bypass Surgery Is Followed by Lowered Blood Pressure and Increased Diuresis - Long Term Results from the Swedish Obese Subjects (SOS) Study. *PLoS ONE*, *8*(5), 10.1371/annotation/1388dbb1375b1377-1373f1377e-1374b1326-a1375b1376-f1020d1333f0182.
- Hopkins, M., & Blundell, J. E. (2016). Energy balance, body composition, sedentariness and appetite regulation: pathways to obesity. *Clin Sci (Lond)*, *130*(18), 1615-1628.
- Ikramuddin, S., Korner, J., Lee, W., & et al. (2013). Roux-en-y gastric bypass vs intensive medical management for the control of type 2 diabetes, hypertension, and hyperlipidemia: The diabetes surgery study randomized clinical trial. *JAMA*, *309*(21), 2240-2249.
- Kim, M. K., Kim, W., Kwon, H. S., Baek, K. H., Kim, E. K., & Song, K. H. (2014). Effects of bariatric surgery on metabolic and nutritional parameters in severely obese Korean patients with type 2 diabetes: A prospective 2-year follow up. *Journal of Diabetes Investigation*, *5*(2), 221-227.
- Lalmohamed, A., de Vries, F., Bazelier, M. T., Cooper, A., van Staa, T.-P., Cooper, C., & Harvey, N. C. (2012). Risk of fracture after bariatric surgery in the United

- Kingdom: population based, retrospective cohort study. *British Medical Journal*, 345.
- Ledoux, S., Calabrese, D., Bogard, C., Dupre, T., Castel, B., Msika, S., Larger, E., & Coupaye, M. (2014). Long-term evolution of nutritional deficiencies after gastric bypass: an assessment according to compliance to medical care. *Annals of surgery*, 259(6), 1104-1110.
- Livhits, M., Mercado, C., Yermilov, I., Parikh, J. A., Dutson, E., Mehran, A., Ko, C. Y., & Gibbons, M. M. (2010). Exercise Following Bariatric Surgery: Systematic Review. *Obesity Surgery*, 20(5), 657-665.
- Lorente Ramos, R. M., Azpeitia Armán, J., Arévalo Galeano, N., Muñoz Hernández, A., García Gómez, J. M., & Gredilla Molinero, J. (2012). Dual energy X-ray absorptimetry: Fundamentals, methodology, and clinical applications. *Radiología*, 58(6), 410-423.
- Lu, C. W., Chang, Y. K., Chang, H. H., Kuo, C. S., Huang, C. T., Hsu, C. C., & Huang, K. C. (2015). Fracture Risk After Bariatric Surgery: A 12-Year Nationwide Cohort Study. *Medicine*, 94(48), e2087.
- Malik, V. S., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2013). Global obesity: trends, risk factors and policy implications. *Nature Reviews Endocrinology*, 9(1), 13-27.
- Meier, C. A., Bobbioni, E., Gabay, C., Assimakopoulos-Jeannet, F. o., Golay, A., & Dayer, J.-M. (2002). IL-1 Receptor Antagonist Serum Levels Are Increased in Human Obesity: A Possible Link to the Resistance to Leptin? *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 87(3), 1184-1188.
- Messina, C., Monaco, C. G., Ulivieri, F. M., Sardanelli, F., & Sconfienza, L. M. (2016). Dual-energy X-ray absorptimetry body composition in patients with secondary osteoporosis. *European Journal of Radiology*, 85(8), 1493-1498.
- Mingrone, G., Panunzi, S., De Gaetano, A., Guidone, C., Iaconelli, A., Leccesi, L., Nanni, G., Pomp, A., Castagneto, M., & Ghirlanda, G. (2012). Bariatric surgery versus conventional medical therapy for type 2 diabetes. *New England Journal of Medicine*, 366(17), 1577-1585.
- Moreira, O. C., de Oliveira, C. E., Candia-Lujan, R., Romero-Perez, E. M., & de Paz Fernandez, J. A. (2015). [Methods of evaluation of muscle mass: A systematic review of randomized controlled trials]. *Nutricion hospitalaria*, 32(3), 977-985.
- Nakamura, K. M., Haglind, E. G., Clowes, J. A., Achenbach, S. J., Atkinson, E. J., Melton, L. J., 3rd, & Kennel, K. A. (2014). Fracture risk following bariatric surgery: a population-based study. *Osteoporosis international*, 25(1), 151-158.
- Ng, S. W., & Popkin, B. M. (2012). Time use and physical activity: a shift away from movement across the globe. *Obesity Reviews* 13(8), 659-680.
- PALERMO, M., ACQUAFRESCA, P. A., ROGULA, T., DUZA, G. E., & SERRA, E. (2015). Late surgical complications after gastric by-pass: a literature review. *Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*, 28, 139-143.
- Peterson, L. A. (2016). Bariatric surgery and vitamin D: key messages for surgeons and clinicians before and after bariatric surgery. *Minerva chirurgica*, 71(5), 322-336.
- Puzziferri, N., Roshek, T. B., Mayo, H. G., Gallagher, R., Belle, S. H., & Livingston, E. H. (2014). Long-term Follow-up After Bariatric Surgery: A Systematic Review. *Jama*, 312(9), 934-942.
- Quintas-Neves, M., Preto, J., & Drummond, M. (2016). Assessment of bariatric surgery efficacy on Obstructive Sleep Apnea (OSA). *Revista portuguesa de pneumologia*.
- Reid, I. R. (2002). Relationships among body mass, its components, and bone. *IBMS BoneKEy*.
- Rousseau, C., Jean, S., Gamache, P., Lebel, S., Mac-Way, F., Biertho, L., Michou, L., & Gagnon, C. (2016). Change in fracture risk and fracture pattern after bariatric surgery: nested case-control study. *Bmj*, 354, i3794.

- Sarkhosh, K., Switzer, N. J., El-Hadi, M., Birch, D. W., Shi, X., & Karmali, S. (2013). The impact of bariatric surgery on obstructive sleep apnea: a systematic review. *Obesity surgery*, 23(3), 414-423.
- Schauer, P. R., Kashyap, S. R., Wolski, K., Brethauer, S. A., Kirwan, J. P., Pothier, C. E., Thomas, S., Abood, B., Nissen, S. E., & Bhatt, D. L. (2012). Bariatric surgery versus intensive medical therapy in obese patients with diabetes. *The New England journal of medicine*, 366(17), 1567-1576.
- Shah, M., Snell, P. G., Rao, S., Adams-Huet, B., Quittner, C., Livingston, E. H., & Garg, A. (2011). High-volume exercise program in obese bariatric surgery patients: a randomized, controlled trial. *Obesity (Silver Spring)*, 19(9), 1826-1834.
- Slater, G. H., Ren, C. J., Siegel, N., Williams, T., Barr, D., Wolfe, B., Dolan, K., & Fielding, G. A. (2004). Serum fat-soluble vitamin deficiency and abnormal calcium metabolism after malabsorptive bariatric surgery. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 8(1), 48-55.
- Smyers, M. E., Bachir, K. Z., Britton, S. L., Koch, L. G., & Novak, C. M. (2015). Physically active rats lose more weight during calorie restriction. *Physiol Behav*, 139, 303-313.
- Stein, E. M., Carrelli, A., Young, P., Bucovsky, M., Zhang, C., Schrope, B., Bessler, M., Zhou, B., Wang, J., Guo, X. E., McMahon, D. J., & Silverberg, S. J. (2013). Bariatric surgery results in cortical bone loss. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 98(2), 541-549.
- Stubbs, R. J., Morris, L., Pallister, C., Horgan, G., & Lavin, J. H. (2015). Weight outcomes audit in 1.3 million adults during their first 3 months' attendance in a commercial weight management programme. *BMC Public Health*, 15(1), 1-13.
- Sweeting, A. N., Hocking, S. L., & Markovic, T. P. (2015). Pharmacotherapy for the treatment of obesity. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 418(Part 2), 173-183.
- Tamboli, R. A., Hossain, H. A., Marks, P. A., Eckhauser, A. W., Rathmacher, J. A., Phillips, S. E., Buchowski, M. S., Chen, K. Y., & Abumrad, N. N. (2010). Body composition and energy metabolism following Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Obesity (Silver Spring)*, 18(9), 1718-1724.
- Toh, S. Y., Zarshenas, N., & Jorgensen, J. (2009). Prevalence of nutrient deficiencies in bariatric patients. *Nutrition*, 25(11-12), 1150-1156.
- Vargas-Ruiz, A. G., Hernandez-Rivera, G., & Herrera, M. F. (2008). Prevalence of iron, folate, and vitamin B12 deficiency anemia after laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Obesity surgery*, 18(3), 288-293.
- Vetter, M. L., Cardillo, S., Rickels, M. R., & Iqbal, N. (2009). Narrative review: effect of bariatric surgery on type 2 diabetes mellitus. *Ann Intern Med*, 150(2), 94-103.
- Viégas, M., Vasconcelos, R. S. d., Neves, A. P., Diniz, E. T., & Bandeira, F. (2010). Bariatric surgery and bone metabolism: a systematic review. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 54, 158-163.
- von Drygalski, A., Andris, D. A., Nuttleman, P. R., Jackson, S., Klein, J., & Wallace, J. R. (2011). Anemia after bariatric surgery cannot be explained by iron deficiency alone: results of a large cohort study. *Surgery for obesity and related diseases*, 7(2), 151-156.
- Wilms, B., Ernst, B., Thurnheer, M., Weisser, B., & Schultes, B. (2012). Differential Changes in Exercise Performance After Massive Weight Loss Induced by Bariatric Surgery. *Obesity Surgery*, 23(3), 365-371.
- Wu, T., Gao, X., Chen, M., & van Dam, R. M. (2009). Long-term effectiveness of diet-plus-exercise interventions vs. diet-only interventions for weight loss: a meta-analysis. *Obesity reviews*, 10(3), 313-323.
- Yang, Z., Yu, Z., Jiang, Y., Bai, Y., Miller-Kovach, K., Zhao, W., Foster, G. D., & Chen, C. (2016). Evaluation of a community-based behavioral weight loss program in Chinese adults: A randomized controlled trial. *Obesity (Silver Spring)*.

- Yip, C., Dinkel, C., Mahajan, A., Siddique, M., Cook, G. J., & Goh, V. (2015). Imaging body composition in cancer patients: visceral obesity, sarcopenia and sarcopenic obesity may impact on clinical outcome. *Insights Imaging*, 6(4), 489-497.
- Yu, E. W. (2014). Bone Metabolism after Bariatric Surgery. *Journal of bone and mineral research*, 29(7), 1507-1518.
- Yu, E. W., Bouxsein, M. L., Putman, M. S., Monis, E. L., Roy, A. E., Pratt, J. S., Butsch, W. S., & Finkelstein, J. S. (2015). Two-year changes in bone density after Roux-en-Y gastric bypass surgery. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 100(4), 1452-1459.
- Yu, E. W., Wewalka, M., Ding, S.-A., Simonson, D. C., Foster, K., Holst, J. J., Vernon, A., Goldfine, A. B., & Halperin, F. (2016). Effects of Gastric Bypass and Gastric Banding on Bone Remodeling in Obese Patients With Type 2 Diabetes. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 101(2), 714-722.
- Zalesin, K. C., Franklin, B. A., Lillystone, M. A., Shamoun, T., Krause, K. R., Chengelis, D. L., Mucci, S. J., Shaheen, K. W., & McCullough, P. A. (2010). Differential loss of fat and lean mass in the morbidly obese after bariatric surgery. *Metabolic syndrome and related disorders*, 8(1), 15-20.

### **3. Trabalho Experimental**

**Efeito de um programa de exercício físico na composição corporal de indivíduos obesos submetidos a cirurgia bariátrica**

Boppre, G.F; Souza, J.F<sup>1</sup>; Fonseca, H<sup>1</sup>; Oliveira, J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CIAFEL, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal





## Efeito de um programa de exercício físico na composição corporal de indivíduos obesos submetidos a cirurgia bariátrica

Boppre, G.F; Souza, J. F<sup>1</sup>; Fonseca, H.R.M<sup>1</sup>; Oliveira, J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CIAFEL, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal

**RESUMO:** Em 2014 mais da metade da população Portuguesa tinha excesso de peso ou era obesa. A elevada prevalência de obesidade está associada a diversas comorbidades. A cirurgia bariátrica é cada vez mais utilizada como meio de tratamento da obesidade. A alteração da massa corporal em consequência da cirurgia bariátrica poderá, no entanto afectar diferencialmente a composição corporal. Contudo o exercício físico pós cirurgia bariátrica poderá influenciar a alteração da composição corporal resultante da intervenção cirúrgica. **Objetivos:** descrever e comparar o efeito da cirurgia bariátrica e do exercício físico regular na modulação da composição corporal de indivíduos com obesidade severa. **Metodologia:** Ensaio clínico aleatorizado com controlo. O recrutamento da amostra foi realizado no Centro Hospitalar de São João, Porto, Portugal. A amostra era composta por mulheres (n=13) e homens (n=4), com idade média de 45,10±11,40 anos, todos submetidos a cirurgia bariátrica com a técnica de RYGB. Os indivíduos alocados ao grupo de controlo (n=8) recebeu acompanhamento médico habitual e o grupo de intervenção (n=9) foi submetido, após a cirurgia, a 22 semanas de treino físico supervisionado, 3 vezes por semana, com sessões de 90 minutos de duração. Para todos os sujeitos e em todos os momentos do estudo foram avaliados os seguintes parâmetros: massa corporal total (Kg), massa magra apendicular [MMA (g) ] massa gorda apendicular [MGA (g) ], conteúdo mineral ósseo apendicular [CMOA (g) ]. **Resultados:** Na totalidade da amostra, o valor médio da alteração da massa corporal total 1 mês após a cirurgia foi de -12,93±4,81 Kg (p<0,001). Na comparação entre grupos no período de estudo subsequente à cirurgia até ao final das 22 semanas, não observaram diferenças significativas em relação à MMA [F= 0,061; (p= 0,809) ]; MGA [F= 0,088; (p=0,771) ]; CMOA [F= 0,025; (p= 0,876) ]. No grupo de treino físico, a assiduidade ao programa de treino não influenciou os resultados da MMA [F= 0,299; (p= 0,602) ]; MGA [F= 0,030; (p=0,867) ] e CMOA [F= 0,500; (p= 0,502) ]. **Conclusão:** A cirúrgica bariátrica resultou em diminuição significativa da massa corporal total e composição corporal. O exercício não alterou a composição corporal nos 6 meses após a cirurgia, independentemente da assiduidade ao programa.

**Palavras chaves:** RYGB, DXA, composição corporal, exercício físico.

**ABSTRACT:** In 2014 more than half of the Portuguese population were overweight or obese. The high prevalence of obesity is associated with several comorbidities. Bariatric surgery is increasingly being used as a means of treating obesity. Changes in body mass as a result of bariatric surgery may, however, differentially effect body composition. However, physical exercise after bariatric surgery may influence the change in body composition resulting from surgical intervention. **Objectives:** To describe and compare the effect of bariatric surgery and regular physical exercise on the modulation of the body composition of individuals with severe obesity. **Methodology:** Randomized controlled clinical trial. The recruitment of the sample was performed at the Hospital Center of São João, Porto, Portugal. The sample consisted of women (n = 13) and men (n = 4), with a mean age of 45.10 ± 11.40 years, all of whom underwent bariatric surgery using the RYGB technique. Subjects assigned to the control group (n = 8) received standard medical follow-up and the intervention group (n = 9) underwent 22 weeks of supervised physical training three times a week with sessions of 90 Minutes. For all subjects and at all times of the study, the following parameters were evaluated: total body mass (kg), lean mass appendicular [ALM (g) ] appendicular fat mass [AFM (g) ], appendicular bone mineral content [ABMC (g) ]. **Results:** The mean value of the change in total body mass 1 month after surgery was -12.93 ± 4.81 kg (p <0.001). In the comparison between groups in the study period following surgery until the end of the 22 weeks, there were no

significant differences in relation to ALM [F = 0.061; (P = 0.809) ]; AFM [F = 0.088; (P = 0.771) ]; ABMC [F = 0.025; (P = 0.876) ]. In the physical training group, attendance at the training program did not influence ALM results [F = 0.299; (P = 0.602) ]; AFM [F = 0.030; (P = 0.867) ] and ABMC [F = 0.500; (P = 0.502) ]. **Conclusion:** Bariatric surgery resulted in a significant decrease in total body mass and body composition. The exercise did not change body composition within 6 months after surgery, regardless of program attendance.

**Keywords:** RYGB, DXA, body composition, physical exercise.

## Introdução

O inquérito nacional de saúde realizado em Portugal em 2014 pelo Serviço Nacional de Saúde (SNS), reportou que, da população com 18 ou mais anos de idade (4,5 milhões) e que representa aproximadamente metade da população total, cerca de 36,4% têm excesso de peso e 16,4% são obesos (Serviço Nacional de Saúde, 2016). A obesidade em geral e, de forma mais significativa, a obesidade de grau III (índice de massa corporal  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup>) e a obesidade severa (índice de massa corporal superior 50 kg/m<sup>2</sup>) está frequente associada a outras comorbilidades tais como hipertensão arterial, diabetes *mellitus* tipo 2, insuficiência cardíaca, doença renal crónica, desordens do sono e doenças neoplásicas (Aune et al., 2016; Bratberg et al., 2014; Ringseis et al., 2015; Yang et al., 2016).

No tratamento dos casos de obesidade de grau III ou severa, a estratégia que tem demonstrado ser mais eficaz é a cirurgia bariátrica (CB). Esta, resulta numa significativa redução da massa corporal total (MCT) e numa melhoria substancial ou mesmo na cura de várias das comorbilidades associadas à obesidade (Bredella et al., 2017). Porém, a redução da massa corporal pelo efeito da cirurgia, resulta em grandes alterações na composição corporal, particularmente numa redução abrupta de massa gorda, mas, também numa redução acentuada da massa magra (Otto et al., 2016).

A perda excessiva de massa muscular (MM) pode ter consequências metabólicas negativas, nomeadamente na regulação da glicemia uma vez que o tecido muscular esquelético é um dos principais órgãos envolvidos no armazenamento da glicose pós-prandial, sendo portanto um dos principais determinantes da sensibilidade à insulina (Vours et al., 2015). Por outro lado, a

MM é um importante determinante do metabolismo ósseo e as forças de tensão exercidas pelo sistema muscular são um importante estímulo à remodelação do tecido ósseo, pelo que a redução da MM pode induzir a prazo diminuição da formação óssea e conseqüentemente fragilidade óssea e aumento de risco de fratura em situações traumáticas (Lalmohamed et al., 2012). Por último, a perda de MM está associada à diminuição da força muscular, com eventual comprometimento funcional na realização de tarefas diárias em contextos ocupacionais ou de lazer com conseqüências deletérias na qualidade de vida.

O exercício físico regular tem efeitos pleiotrópicos com benefícios para a saúde, incluindo a prevenção e tratamento da obesidade e complicações secundárias, como por exemplo alterações deletérias da composição corporal (CC) (Wiklund, 2016). A adoção de estilos de vida ativos pela prática regular do exercício, poderá contribuir para a preservação ou melhoria da composição corporal e da capacidade funcional do músculo esquelético, como foi já suficientemente demonstrado em diversas doenças e patologias incluindo em indivíduos com excesso de peso e obesidade de graus I e II (Blumenthal et al., 2010; Jassil et al., 2015; Stubbs et al., 2015). Porém, são raros os estudos que descrevem os efeitos do exercício físico regular nas alterações da composição corporal em resposta à cirurgia bariátrica.

A densitometria radiológica de dupla energia (DXA) mostrou ser uma técnica válida para avaliar a composição corporal em indivíduos obesos submetidos a cirurgia bariátrica (Lorente Ramos et al., 2012) sendo a técnica padrão em contexto clínico para além de ser frequentemente utilizada em ensaios clínicos aleatorizados. De facto, a DXA permite obter informação sobre a composição corporal (massa gorda e massa magra) da totalidade do corpo, bem como de diferentes segmentos corporais (massa apendicular das extremidades, e áreas do tronco). Para além disso, a avaliação por DXA permite determinar a densidade e estimar o conteúdo mineral ósseo (CMO) usando limiares calibrados de densidade (Buckinx et al., 2015; Clark et al., 2016; Moreira et al., 2015; Nana et al., 2015; Rothney et al., 2009). Até ao momento, são escassos os estudos realizados em doentes com obesidade submetidos a cirurgia bariátrica, particularmente tendo como objetivo descrever o efeito

crónico do exercício, relativamente à redução de massa corporal total e de massa gorda (MG) e na prevenção da perda de massa magra (MMA) e conteúdo mineral ósseo apendicular ou no seu incremento.

Tendo por base as considerações anteriormente efetuadas, este estudo tem como principal objetivo identificar as alterações na composição corporal a curto prazo induzidas pela cirurgia bariátrica em doentes com obesidade e avaliar qual o possível efeito do exercício físico na modulação dessas alterações. Para esse fim recorreu-se a avaliações seriadas da CC por DXA em dois grupos de doentes obesos submetidos a CB, sendo que um grupo participou num programa de exercício após a cirurgia (grupo de intervenção) enquanto o outro realizou apenas o seguimento médico habitual (grupo de controlo). Pretende-se também com este estudo, verificar se a assiduidade no programa de exercício físico influenciou de alguma forma os efeitos do exercício físico nas alterações da CC induzidas pela cirurgia bariátrica.

## **Material e métodos**

O presente estudo que suporta esta dissertação classifica-se como um ensaio clínico aleatorizado com controlo e foi desenvolvido em paralelo e numa sub-amostra de um projeto de investigação denominado: *Ensaio clínico BaSEIB – Efeitos de um programa de exercício físico no risco de fratura óssea em doentes obesos submetidos a cirurgia bariátrica*. O projeto original foi aprovado pela comissão de ética do Centro Hospitalar de São João, Porto, Portugal, (referência: CES 192\_14). O projeto encontra-se registado na plataforma online *ClinicalTrials.gov* com a identificação: NCT02843048.

## **Pacientes**

Os pacientes foram recrutados no Departamento de Cirurgia Geral do Centro Hospitalar de São João (DSHSJ), Porto, Portugal. Todos os pacientes encaminhados para cirurgia bariátrica com a técnica de *By-pass* gástrico Roux-en-Y (RYGB) entre fevereiro de 2016 e janeiro de 2017 foram convidados a

participar no estudo. Os critérios de inclusão foram: i) atender aos critérios de referenciação para cirurgia bariátrica; ii) perda de peso voluntária refratária ao tratamento médico; iii) idade >18 e <65 anos; iv) IMC > 40 kg.m<sup>2</sup> ou > 35 kg.m<sup>2</sup> v) aceitar participar no estudo. Os critérios de exclusão foram: i) utilização de fármacos que interferem com o metabolismo ósseo (nomeadamente, bisfosfonatos, teriparatida, calcitonina, terapia hormonal de substituição, ou toma crónica de corticosteroides); ii) incapacidade para realizar exercícios de intensidade moderada; iii) qualquer condição de saúde que possa ser agravada pelo exercício (nomeadamente, hipertensão arterial não controlada, doença renal grave ou insuficiência cardíaca classe III da NYHA); iv) estado perimenopausa com último cataménio há menos de 1 ano; v) doença óssea metabólica conhecida (nomeadamente, osteogênese imperfeita, doença de Paget óssea); vi) participação simultânea num programa de exercício físico estruturado com duração superior a 30 min e frequência superior a 1 dia por semana; vii) gravidez ou amamentação.

## **Desenho do Estudo**

O desenho do estudo está descrito na Figura 1. Os sujeitos que aceitaram participar no estudo foram aleatoriamente alocados a um de dois grupos: i) grupo de controlo ou, ii) grupo de intervenção. Todos os participantes foram avaliados em três momentos distintos: i) antes da cirurgia ii) 1 mês após a cirurgia e, iii) 6 meses após a cirurgia. Os participantes no grupo de intervenção, 1 mês após a cirurgia, iniciaram um programa de exercício físico supervisionado, com duração total de 22 semanas. Os participantes no grupo de controlo receberam apenas o acompanhamento médico habitual pós-cirúrgico

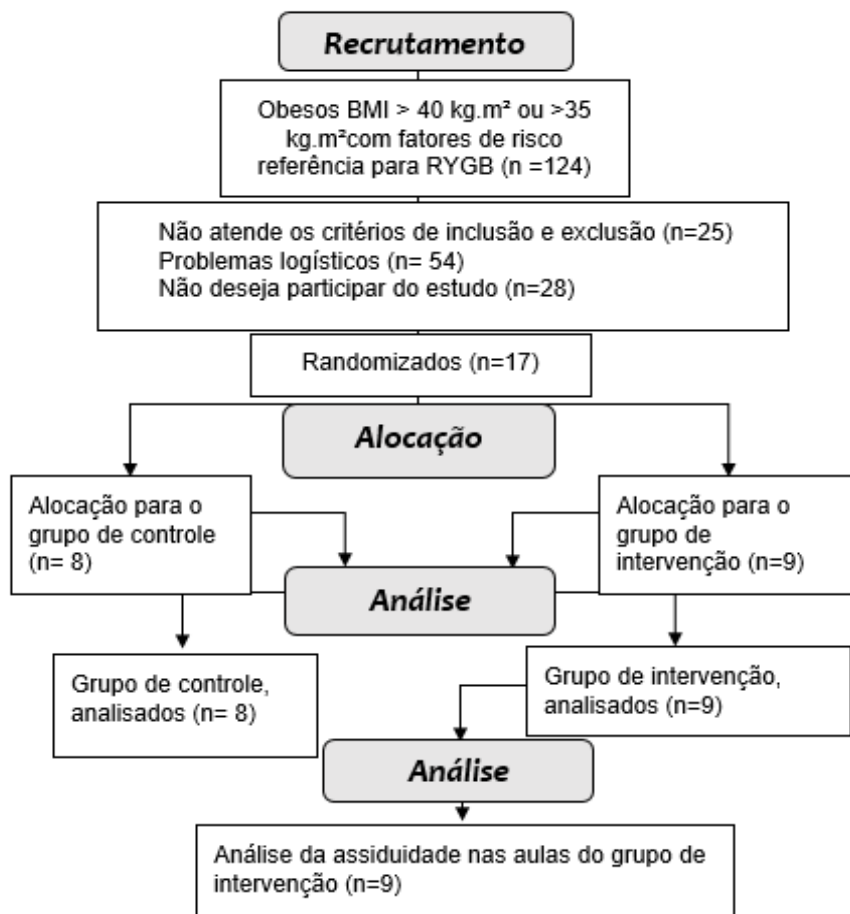


Figura 1: Desenho do estudo e fluxograma dos procedimentos nas diversas fases do estudo

## Avaliação antropométrica e da composição corporal

O peso corporal foi avaliado através de uma balança antropométrica digital com estadiometro incorporado (Seca 220; Hamburg, Alemanha). O peso foi registrado com aproximação aos 0,1 kg e a estatura com aproximação aos 0,01 m. Durante a medição do peso os sujeitos encontravam-se descalços e com roupas leves e sem acessórios metálicos. Na medição da estatura, os sujeitos estavam de costas voltadas para o estadiometro, com a cabeça em posição neutra. Estes procedimentos decorreram nos três momentos de avaliação dos pacientes.

A CC foi avaliada por DXA (Hologic Explorer QDR, Hologic Inc, Bedford, MA, USA), com varrimento de corpo inteiro, utilizando as recomendações e protocolos padrão para o posicionamento e análise dos exames de acordo com

as instruções do fabricante. As avaliações em todos os momentos do estudo foram realizadas com o mesmo equipamento e pelo mesmo examinador, que possuía treino e experiência adequados. Para avaliação da CC os participantes posicionavam-se em decúbito dorsal, centrados na mesa e com os membros superiores em extensão, posicionados lateralmente e paralelos ao tronco. Os segmentos corporais estavam colocados de forma a não excederem os limites da mesa. A cabeça posicionava-se em ligeira hiperextensão. Os membros inferiores posicionavam-se em extensão e ligeira rotação interna com os pés presos com uma cinta de velcro. Após o posicionamento, os sujeitos eram informados de que a avaliação teria uma duração aproximada de 7 minutos e que durante esse período deveriam permanecer estáticos. As principais variáveis obtidas com a avaliação da CC foram: conteúdo mineral ósseo total (CMOT; g); massa magra total (MMT; Kg); massa gorda total (MGT; Kg); conteúdo mineral ósseo apendicular (CMOA; g); massa magra apendicular (MMA; Kg); massa gorda apendicular (MGA Kg). A MMA foi calculada através da soma dos valores dos membros superiores e membros inferiores (Ciangura et al., 2010).

### **Programa de treino físico**

É possível encontrar na literatura estudos que estruturaram a prescrição de exercício para indivíduos obesos submetidos a cirurgia bariátrica, os exercícios são descritos em diferentes sessões e apresentam exercícios cardiorrespiratórios, força e flexibilidade com frequência semanal de 2 a 3 vezes por semana, duração entre 60 a 90 minutos (Baillot et al., 2013; Castello et al., 2011; Delgado Floody et al., 2015; Huck, 2015; Jassil et al., 2015; Sánchez Ortega et al., 2014; Woodlief et al., 2015). No nosso estudo, os pacientes que foram alocados ao grupo de intervenção participaram durante 22 semanas num programa de exercício físico, com sessões de treino com duração entre 60 a 90 minutos e frequência de 3 sessões por semana. As sessões de treino, eram compostas por: ativação geral (5 minutos); uma fase fundamental com exercícios

de impacto (10 minutos); equilíbrio (10 minutos); impacto (10 minutos); treino de força (30 minutos) e retorno à calma (10 minutos). Durante todas as sessões os pacientes foram supervisionados por profissionais de educação física, sendo um professor designado para mediar as aulas e outro para auxiliar nas correções durante a execução técnica dos exercícios, bem como registar a duração e intensidade das cargas utilizadas por cada participante.

Na fase de ativação geral foram realizados exercícios para a ativação dos sistemas cardiorrespiratório, muscular e articular. O treino de força foi realizado com auxílio de halteres, bandas elásticas, barras, discos de equilíbrios, plataformas instáveis, bolas e cones. Os exercícios de impacto do primeiro e segundo momento, consistiam em promover situações diversas aos participantes, bem como a realização de exercícios com escadas de agilidade; saltos com cordas; saltos unipodais; saltos sobre estruturas pré-definidas com diferentes alturas; atividades com arremesso de bolas associadas a deslocamentos em várias direções. Para treino do equilíbrio utilizaram-se traves de equilíbrio, discos de equilíbrios, tapetes para estimular o equilíbrio, bolas, bolas suíças e materiais áudio visual. No treino de força (figura 2) a periodização incluiu um mesociclo composto por vários microciclos. Os microciclos foram divididos em: adaptação, hipertrofia 1, hipertrofia 2, força 1, força 2 e descanso. No microciclo de descanso os participantes não realizavam treino de força. Os exercícios de força foram estruturados e planejados de forma a que cada participante realizasse os mesmos exercícios, de acordo com seu mesociclo.

No momento de retorno à calma, priorizou-se a realização de exercícios generalizados de intensidade baixa com o propósito de evitar eventuais problemas de hipotensão pós exercício por cessação abrupta e atenuar os sinais e sintomas de desconforto muscular.



1º Mesociclo –5 meses de treino (22 semanas)											
Tipo de treino	A	H1	H2	F1	F2	D	H1	H2	F1	F2	D
Semanas	4	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1

Fase	Exercícios	Número de exercícios	Séries	Intensidade (RM)	Tempo de recuperação Séries	Tempo de recuperação entre exercícios
H1	Peitoral/Dorsal	2	3	10-12 (65%—70%)	30''	1'
	Quadríceps/Isoquios-tibiais	2	3			
	Tríceps/Bíceps	2	2			
H2	Peitoral/Dorsal	2	2	8-10 (70%—75%)	1'	1'30''
	Quadríceps/Isoquios-tibiais	2	3			
	Tríceps/Bíceps	2	2			
F1	Peitoral/Dorsal	2	2	6-8 (75%—80%)	1'30''	2'
	Quadríceps/Isoquios-tibiais	2	3			
	Tríceps/Bíceps	1	3			
F2	Peitoral/Dorsal	2	2	4-6 (80%—85%)	2'	2'30''
	Quadríceps/Isoquios-tibiais	2	2			
	Tríceps/Bíceps	1	3			

Figura 2: Estrutura de planeamento e periodização do treinamento de força.  
A: Adaptação; H1: Hipertrofia 1; H2: Hipertrofia 2; F1: Força 1; F2: Força 2 e D: Descanso  
RM: Repetições máximas.

## Procedimentos estatísticos

Para análise dos dados recorreu-se ao programa informático SPSS (Statistical Package for the Social Science; versão 23.0 para Windows 10). No que diz respeito aos efeitos da cirurgia bariátrica na composição corporal, especificamente na perda de peso total, massa magra total e massa gorda total, utilizamos o teste T de amostras emparelhadas. Para avaliar o efeito do programa de exercício físico na composição corporal por comparação entre os dois grupos, recorreu-se à ANOVA de medidas repetidas. Este mesmo procedimento foi adoptado para a análise, no grupo de exercício, do efeito da adesão às sessões de exercício na modificação das variáveis da composição corporal. A adesão dos participantes no grupo de intervenção, foi obtida a partir dos registos de presença às sessões de exercício. Para a análise da possível contribuição da adesão, subdividiu-se o grupo de exercício utilizando como valor

de referência a presença a mais ou menos de 50% das sessões de exercício realizadas no período de estudo pós-cirúrgico.

## Resultados

### Características da amostra no momento pré-cirurgia

A amostra foi composta por 17 pacientes submetidos a *Bypass* gástrico. A média de idade da totalidade da amostra era de 45,10±11,40 anos, variando entre 24 anos e os 63 anos, 76,5% dos pacientes eram do sexo feminino (n= 13) e 23,5% do sexo masculino (n= 4). As características da totalidade amostra no momento inicial do estudo (pré-cirurgia), são apresentadas na Tabela 1.

*Tabela 1: Características sócio-demográficas, das dimensões corporais e clínicas, da totalidade da amostra.*

Variáveis	(N=17)	% de casos	(p)
Idade (anos)	45,10±11,40	-	-
Sexo			
Feminino	13	76,5%	-
Masculino	4	23,5%	-
Altura (cm)	160,83±8,85	-	0,475
Peso (kg)	118,94±14,79	-	0,396
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	46,3±3,5	-	0,913
Raça/ Etnia			
Branco	16	94,1%	-
Hispanicos	1	5,9%	-
Comorbilidades			
DM2	4	23,5%	-
AMG	5	29,4%	-
HTA	7	41,2%	-
Dislipidemia	9	52,9%	-
SD	6	35,3%	-
IVP	3	17,6%	-
SAOS	2	11,8%	-
Pós-menopausa	4	23,5%	-
Fumadores	4	23,5%	-

IMC: índice de massa corporal, DM2: diabetes mellitus 2, AMG: alteração do metabolismo da glicose, HTA: hipertensão arterial, SD: síndrome depressiva, IVP: insuficiência vascular periférica, SAOS: síndrome da apneia obstrutiva do sono. Análise exploratória e estatística descritiva, valor de significância p<0,05.

## Efeito da cirurgia bariátrica na composição corporal

Na Tabela 2 apresentam-se os resultados das avaliações pré e pós cirurgia, para a totalidade da amostra e a sua comparação expressa pela diferença absoluta das médias entre momentos. Para a totalidade das variáveis em análise, observaram-se alterações significativas ( $p < 0,001$ ) no sentido da diminuição dos valores médios no momento pós-cirúrgico quando comparado ao momento pré-cirúrgico, sendo exceções no sentido da modificação, o CMOT e o CMOA cujos valores médios aumentaram.

Tabela 2: Efeitos da cirurgia bariátrica na composição corporal

Variáveis	Pré-cirurgia	1 mês Pós-cirúrgico	Diferença absoluta entre pré e pós cirurgia	<i>p</i>
Peso (Kg)	118,94±14,79	106,01±12,06	-12,93±4,81	< 0,001
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	46,6±3,5	41,6±3,1	-4,7±1,7	< 0,001
MMC (Kg)	56,39±10,95	50,15±9,69	-6,24±2,69	< 0,001
MGC (Kg)	57,66±7,05	51,46±7,06	-6,20±2,78	< 0,001
MMA (Kg)	24,18±5,22	21,87±4,60	-2,31±1,62	< 0,001
MGA (Kg)	26,65±5,15	24,20±5,06	-2,45±1,33	< 0,001
MAT (Kg)	52,03±6,64	47,28±5,64	-4,75±2,71	< 0,001
CMOT (g)	2353,38±403,32	2393,05±410,77	+39,66±54,30	< 0,001
CMOA (g)	1201,91±261,96	1213,29±270,03	+11,37±35,18	< 0,001

*IMC: índice de massa corporal (Kg/m<sup>2</sup>), MMC: massa magra corporal (Kg), MGC: massa gorda corporal (Kg), MMA: massa magra apendicular (Kg), MGA: massa gorda apendicular (Kg), MAT: massa apendicular total, CMOT: conteúdo mineral ósseo total, CMOA: conteúdo mineral ósseo apendicular. p: valor de prova.*

## Efeito do exercício na composição corporal após cirurgia bariátrica

Na tabela 3, são apresentados os resultados que permitem avaliar o efeito aditivo do exercício à cirurgia, na modificação composição corporal de pacientes obesos submetidos a cirurgia bariátrica. Apesar de, para a generalidade das variáveis em análise, se denotar um efeito do fator tempo estatisticamente

significativo (Figura 3), à exceção do CMOA ( $p=0.151$ ), não se observaram, para qualquer das variáveis estudadas, interações grupo\*tempo significativas.

Tabela 3: Comparação de médias nos dois grupos e nos dois momentos pós-cirúrgicos para as variáveis peso, IMC e da composição corporal.

Variáveis	1 mês pós cirurgia M±DP	6 meses pós cirurgia M±DP	Tempo F (p)	ANOVA	
				Grupo F (p)	Interação Grupo*Tempo F (p)
<b>Peso (kg)</b>					
Controlo	105,08±13,00	81,88±8,38	205,788 (< 0,001)	0,202 (0,660)	0,183 (0,675)
Intervenção	106,83±11,89	84,97±12,20			
<b>IMC (kg)</b>					
Controlo	41,9±3,8	32,8±3,1	149,949 (< 0,001)	0,063 (0,805)	0,160 (0,695)
Intervenção	41,3±2,6	32,7±3,0			
<b>MMC (kg)</b>					
Controlo	50,01±9,81	46,94±7,61	34,469 (< 0,001)	0,000 (0,983)	0,096 (0,761)
Intervenção	50,28±10,17	46,87±10,38			
<b>MGC (kg)</b>					
Controlo	50,39±7,40	31,06±5,73	219,096 (< 0,01)	0,721 (0,409)	0,139 (0,714)
Intervenção	52,41±7,05	34,04±6,11			
<b>MMA (kg)</b>					
Controlo	22,00±5,46	20,01±4,02	28,993 (< 0,001)	0,005 (0,946)	0,061 (0,809)
Intervenção	21,76±4,02	19,95±4,11			
<b>MGA (kg)</b>					
Controlo	24,40±4,82	16,03±3,29	126,197 (< 0,001)	0,007 (0,932)	0,088 (0,771)
Intervenção	24,01±5,55	16,07±3,85			
<b>MAT (kg)</b>					
Controlo	47,68±6,27	37,32±4,42	129,252 (< 0,001)	0,035 (0,854)	0,117 (0,732)
Intervenção	46,93±5,37	37,17±4,92			
<b>CMOT (g)</b>					
Controlo	2477,44±480,62	2414,04±491,41	20,484 (< 0,001)	0,552 (0,469)	0,622 (0,443)
Intervenção	2318,03±349,12	2273,44±338,36			
<b>CMOA (g)</b>					
Controlo	1281,39±302,74	1267,25±324,16	2,289 (0,151)	0,889 (0,361)	0,025 (0,876)
Intervenção	1152,75±238,49	1141,29±248,39			

IMC: índice de massa corporal (Kg/m<sup>2</sup>), MMC: massa magra corporal (Kg), MGC: massa gorda corporal (Kg), MMA: massa magra apendicular (Kg), MGA massa gorda apendicular (Kg), MAT: massa apendicular total, CMOT: conteúdo mineral ósseo total, CMOA: conteúdo mineral ósseo apendicular. ANOVA de medidas repetidas, valor de significância  $p<0,05$ .

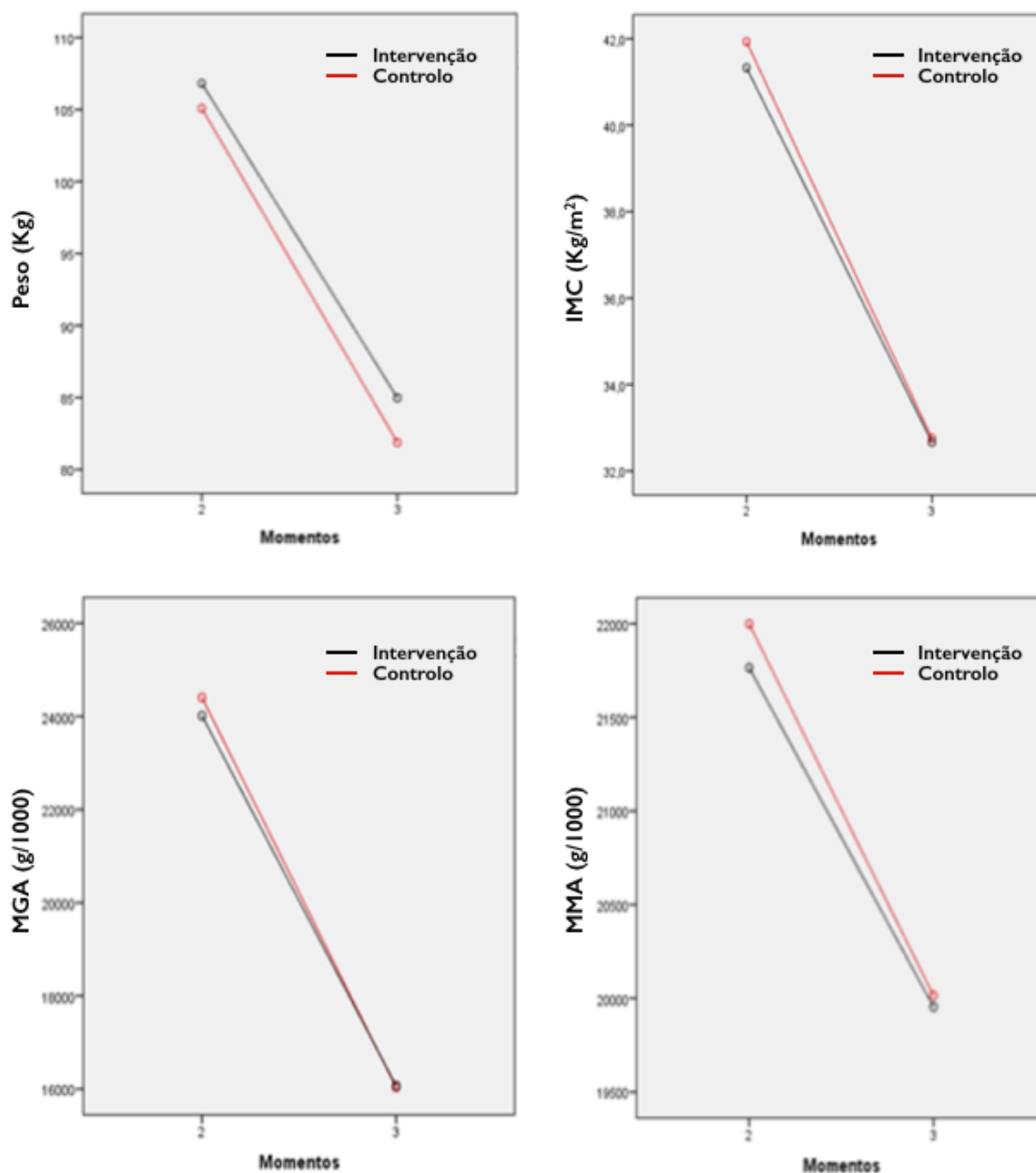


Figura 3: Representação gráfica das alterações das variáveis peso, índice de massa corporal (IMC) massa gorda apendicular (MGA) e massa magra apendicular (MMA) nos dois momentos pós cirurgia [1 mês (2); 6 meses (3) ].

### Assiduidade dos pacientes no grupo de intervenção

Para o período de estudo pós cirurgia o programa de intervenção teve uma duração de 22 semanas e um total de 66 sessões de exercício.

Em termos globais, a adesão dos participantes no grupo de intervenção variou entre 7% e 85%. A média (em percentagem do total de sessões) nos

pacientes com adesão <50% foi de 25,25±16,16% e de 76,40±11,21% naqueles com adesão >50%. Da leitura da Tabela 4, com a exceção para o CMOT denota-se um efeito estatisticamente significativo do fator tempo, sem, contudo, se terem registado interacções Adesão\*Tempo significativas.

Tabela 4: Comparação de médias das variáveis de estudo no grupo de intervenção, em função da adesão (<50% ou >50%), tendo em consideração os números totais de sessões de exercício.

Variáveis	1 mês pós cirurgia M±DP	6 meses pós cirurgia M±DP	Tempo F (p)	ANOVA	
				Adesão F (p)	Treino*Ass. F (p)
<b>Peso (kg)</b>					
<50% (n=4)	109,08±18,14	86,28±15,59	75,945 (< 0,001)	0,153 (0,707)	0,114 (0,746)
>50% (n=5)	105,03±5,21	83,93±10,59			
<b>IMC (kg)</b>					
<50% (n=4)	42,2±3,6	33,3±3,5	57,984 (< 0,001)	0,786 (0,405)	0,027 (0,874)
>50% (n=5)	40,06±1,5	32,1±2,9			
<b>MMC (kg)</b>					
<50% (n=4)	51,40±19,90	47,12±14,24	31,153 (< 0,001)	0,028 (0,871)	1,552 (0,253)
>50% (n=5)	49,39±7,73	46,67±7,95			
<b>MGC (kg)</b>					
<50% (n=4)	53,31±9,72	35,00±5,32	72,882 (< 0,001)	0,162 (0,700)	0,001 (0,978)
>50% (n=5)	51,70±5,20	33,27±7,20			
<b>MMA (kg)</b>					
<50% (n=4)	21,85±4,73	19,77±4,98	17,109 (0,004)	0,001 (0,977)	0,299 (0,602)
>50% (n=5)	21,69±3,94	20,10±3,88			
<b>MGA (kg)</b>					
<50% (n=4)	24,53±6,87	16,34±3,60	37,669 (< 0,001)	0,051 (0,827)	0,030 (0,867)
>50% (n=5)	23,59±5,06	15,85±4,45			
<b>MAT (kg)</b>					
<50% (n=4)	47,56±8,35	37,28±5,94	36,718 (< 0,001)	0,041 (0,846)	0,086 (0,778)
>50% (n=5)	46,42±2,17	37,08±4,68			
<b>CMOT (g)</b>					
<50% (n=4)	2385,88±439,09	2323,00±431,16	20,265 (0,003)	0,189 (0,677)	2,548 (0,154)
>50% (n=5)	2266,74±301,42	2233,79±291,78			
<b>CMOA (g)</b>					
<50% (n=4)	1177,90±291,81	1159,18±305,42	1,738 (0,229)	0,050 (0,830)	0,500 (0,502)
>50% (n=5)	1132,63±220,80	1126,98±229,92			

IMC: índice de massa corporal (Kg/m<sup>2</sup>), MMC: massa magra corporal (Kg), MGC: massa gorda corporal (Kg), MMA: massa magra apendicular (Kg), MGA massa gorda apendicular (Kg), MAT: massa apendicular total, CMOT: conteúdo mineral ósseo total, CMOA: conteúdo mineral ósseo apendicular. ANOVA de medidas repetidas, valor de significância p<0,05.

## Discussão dos resultados

O estudo original que suporta esta dissertação teve como principal objetivo identificar o papel e valor do exercício físico regular na modulação da

CC de pacientes submetidos a CB. Secundariamente, este estudo, visou documentar as mudanças na composição corporal total e apendicular em pacientes após cirurgia bariátrica.

A interpretação dos resultados correspondentes à análise para o objetivo principal do estudo, mostraram que a intervenção com o exercício físico nos pacientes a ela submetidos, não mostrou ser suficientemente eficaz para ter efeito aditivo à cirurgia na modulação da composição corporal. De facto, apesar de se poder notar que entre o 1º e o 6º mês pós cirurgia ocorreram mudanças nas diferentes variáveis que expressam a composição corporal, pode igualmente verificar-se que elas ocorreram em ambos os grupos, mas que, na ausência de interações grupo\*tempo significativas não se poderá afirmar que a modificação no grupo de intervenção possa ter induzido um efeito diferente daquele observado no grupo controlo. Ademais, a leitura dos resultados permite a interpretação que a continuada perda de peso corporal (tendo em conta os resultados para a totalidade da amostra e admitindo que ocorreu para todos os pacientes alocados a cada um dos grupos) foi acompanhada nos dois grupos por continuadas reduções do IMC e massa gorda (total e apendicular), da massa magra, mas também, do conteúdo mineral ósseo (total e apendicular).

Não abundam os estudos sobre as repercussões do exercício físico crónico, pós cirurgia bariátrica, na composição corporal. Quanto às repercussões na massa óssea, não conhecemos nenhum estudo até à data. Contudo, a generalidade dos estudos já publicados, indicam que no período de acentuada redução do peso após cirurgia (até aos 3 meses) durante o qual ocorre em paralelo uma acentuada redução de massa gorda, mas igualmente de massa magra, a qual contribui em cerca de 33% a 50% para a diminuição da massa corporal (Herring et al., 2017), o exercício físico crónico não tem efeitos significativos na composição corporal (Castello-Simoes et al., 2013; Castello et al., 2011; Coen et al., 2015; Herring et al., 2017; Huck, 2015; Stegen et al., 2011). Um estudo recentemente publicado (Herring et al., 2017), mostrou que uma intervenção com exercício de 12 semanas de duração, mas que apenas se iniciou aos 3 meses após a cirurgia, foi capaz de atenuar a perda de massa magra no grupo de intervenção quando comparado aos controlos. Contudo,

neste último estudo a composição corporal foi avaliada por bioimpedância elétrica, o que pode não ser um método eficaz para avaliar a composição corporal neste tipo de população e será menos preciso que o método utilizado no presente estudo.

Por outro lado, a sub-análise realizada no grupo de intervenção para o possível efeito da adesão ao exercício na modificação das alterações nas variáveis de estudo, revelou que este fator não se mostrou discriminador do curso observado na comparação do grupo de intervenção ao controlo. Apesar de ser consabido que os benefícios do exercício em indicadores de saúde são dose dependentes, não podemos excluir a hipótese de o tempo necessário para se observar uma resposta diferente da que encontramos, ser necessariamente superior, independentemente do nível de adesão. Por isso, é necessário realizar observações com períodos de observação mais prolongados e doses distintas, para podermos aferir este último aspecto. Ainda assim, diversos estudos suportam que os primeiros 6 meses após a cirurgia são críticos para a massa magra. (Metcalf et al., 2005). A detecção precoce de perda de massa magra, especialmente nos primeiros 3-6 meses após a cirurgia bariátrica, aponta para indicações clínicas de prática de exercício e modificações na dieta para atenuar/contrariar o declínio na massa magra e da função física (Bazzocchi et al., 2015).

Relativamente aos efeitos a curto prazo da cirurgia bariátrica na composição corporal, observou-se no presente estudo uma diminuição significativa do peso ( $-12,93 \pm 4,81$  Kg;  $p < 0,001$ ) e do IMC ( $-11\%$ ) no primeiro mês após a cirurgia. Em concordância com a literatura existente (Bazzocchi et al., 2015; Ciangura et al., 2010; Ferrannini & Mingrone, 2009; Vetter et al., 2009) verificamos também que as restantes variáveis de composição corporal analisadas também diminuíram significativamente entre os momentos pré e pós-cirúrgico, à exceção do CMOT e CMOA em que se verificou um aumento. O aumento do conteúdo mineral ósseo entre o momento pré-cirúrgico e pós-cirúrgico poderá estar relacionado com vários fatores. Uma vez que o *bypass* gástrico envolve a realização de incisões e anastomose de porções do trato gastrointestinal, por vezes é necessária, no pós-operatório, a realização de



exames complementares de diagnóstico que envolvem a utilização de meios de contraste radiopacos com o intuito de investigar a presença de trajetos fistulosos, estenoses ou deiscência de anastomoses. Estudos anteriores sugerem que a utilização desse tipo de meios de contraste pode levar a uma sobrestimação do conteúdo mineral ósseo avaliado por DXA (Sala et al., 2006). Dessa forma, a utilização de meios de contraste poderá ter levado à identificação de um valor aumentado do CMO no momento pós-cirúrgico. Por outro lado, existe também evidência de que o aumento da espessura da panícula de tecido adiposo está associada a um aumento linear da densidade mineral óssea avaliada por DXA (Nelson et al., 2010). Portanto, tendo em conta que os doentes evidenciaram uma diminuição acentuada da MG entre os momentos pré-cirúrgico e pós-cirúrgico, é expectável que a diminuição da panícula adiposa poderá ter levado a um aumento até factual do CMO avaliado no momento pós-cirúrgico. Adicionalmente, sabe-se também que a precisão da determinação do conteúdo mineral ósseo diminui com o aumento do IMC (Yu et al., 2012), pelo que, em doentes obesos o erro de medição poderá ser maior o que poderá mais facilmente levar a desvios na quantificação do conteúdo mineral ósseo entre medições.

As alterações da CC após CB dependem de fatores como o grau de adiposidade pré-cirurgia, o sexo, o nível de atividade física, a quantidade de ingestão de energia e a composição da dieta (Skogar et al., 2016). A restrição alimentar e os sintomas digestivos no pós-operatório contribuem para a diminuição da absorção de nutrientes importantes (Menegati et al., 2016) especialmente cálcio, vitamina D e proteínas essenciais, que são determinantes da MM (Campanha-Versiani et al., 2017). Assim, após a cirurgia é importante incentivar formas de elevar o gasto energético pela atividade física para assegurar a manutenção da perda de peso, a redução da massa gorda, além do aumento no consumo de alimentos ricos em fibras e proteínas e do exercício físico para a preservação da massa magra (Faria et al., 2009). A suplementação com vitamina D e cálcio ajustados ao IMC combinado com o exercício físico desacelera a perda de DMO e massa magra após a cirurgia bariátrica (Muschitz et al., 2016).

O presente estudo apresenta algumas limitações. A primeira decorre do pequeno tamanho amostral, que poderá ser insuficiente para permitir detectar alterações induzidas pelo exercício crônico. O facto de, à data de início do projeto no qual se apoia a presente dissertação, não existirem estudos com desenho semelhante ao nosso viabilizando a análise de tamanho de efeitos para o cálculo *à priori* do tamanho amostral e, o facto de o projeto estar ainda em curso com recrutamento consecutivo, ajudam a explicar a limitação, que poderá ser ultrapassada em tempo futuro. Outra limitação tem que ver com o tempo da intervenção que poderá não ser o suficiente para mostrar resposta (s) diferentes das registadas. De notar que, apesar de o tempo de observação na intervenção ter sido de 6 meses, o seu início deu-se 1 mês após a cirurgia, o que tendo em conta a necessidade de cautelas com a cicatrização das incisões, leva a que alguns tipos de exercício tenham que ser evitados ou que a intensidade tenha que ser mais baixa pelo menos até ao segundo mês após a cirurgia. A terceira limitação, prende-se com a ausência de avaliações de indicadores bioquímicos, da dieta, de atividade e da aptidão física que poderiam ajudar a compreender melhor as alterações antropométricas e de composição corporal verificadas no nosso estudo.

## **Conclusão**

Dos resultados obtidos com este estudo concluiu-se que, a cirurgia bariátrica leva a uma diminuição significativa da MG e MM manifestando-se essas alterações logo ao fim do primeiro mês após cirurgia. Concluiu-se também que uma intervenção com exercício físico regular ao longo de 22 semanas iniciada um mês após a cirurgia bariátrica não modifica as alterações da CC induzidas pela CB sendo que essas modificações ocorrem de forma semelhante em indivíduos não submetidos a um programa de exercício físico.

## Referências bibliográficas

- Aune, D., Sen, A., Prasad, M., Norat, T., Janszky, I., Tonstad, S., Romundstad, P., & Vatten, L. J. (2016). BMI and all cause mortality: systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3.74 million deaths among 30.3 million participants. *Bmj*, *353*, i2156.
- Baillot, A., Mampuya, W. M., Comeau, E., Meziat-Burdin, A., & Langlois, M. F. (2013). Feasibility and impacts of supervised exercise training in subjects with obesity awaiting bariatric surgery: a pilot study. *Obesity surgery*, *23*(7), 882-891.
- Bazzocchi, A., Ponti, F., Cariani, S., Diano, D., Leuratti, L., Albinini, U., Marchesini, G., & Battista, G. (2015). Visceral fat and body composition changes in a female population after RYGBP: a two-year follow-up by DXA. *Obesity surgery*, *25*(3), 443-451.
- Blumenthal, J. A., Babyak, M. A., Hinderliter, A., Watkins, L. L., Craighead, L., Lin, P. H., Caccia, C., Johnson, J., Waugh, R., & Sherwood, A. (2010). Effects of the DASH diet alone and in combination with exercise and weight loss on blood pressure and cardiovascular biomarkers in men and women with high blood pressure: the ENCORE study. *Archives of internal medicine*, *170*(2), 126-135.
- Bratberg, J. A., Bulut, E., Rieck, A. E., Lonnebakken, M. T., Hetland, T., & Gerds, E. (2014). Determinants of systolic blood pressure response during exercise in overweight subjects. *Blood Press*, *23*(4), 200-205.
- Bredella, M. A., Greenblatt, L. B., Eajazi, A., Torriani, M., & Yu, E. W. (2017). Effects of Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy on bone mineral density and marrow adipose tissue. *Bone*, *95*, 85-90.
- Buckinx, F., Reginster, J. Y., Dardenne, N., Croisier, J. L., Kaux, J. F., Beaudart, C., Slomian, J., & Bruyere, O. (2015). Concordance between muscle mass assessed by bioelectrical impedance analysis and by dual energy X-ray absorptiometry: a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*, *16*, 60.
- Campanha-Versiani, L., Pereira, D. A., Ribeiro-Samora, G. A., Ramos, A. V., de Sander Diniz, M. F., De Marco, L. A., & Soares, M. M. (2017). The Effect of a Muscle Weight-Bearing and Aerobic Exercise Program on the Body Composition, Muscular Strength, Biochemical Markers, and Bone Mass of Obese Patients Who Have Undergone Gastric Bypass Surgery. *Obesity surgery*.
- Castello-Simoes, V., Polaquini Simoes, R., Beltrame, T., Bassi, D., Maria Catai, A., Arena, R., Azambuja, N. C., Jr., do Nascimento Ortega, J., & Borghi-Silva, A. (2013). Effects of aerobic exercise training on variability and heart rate kinetic during submaximal exercise after gastric bypass surgery--a randomized controlled trial. *Disability and rehabilitation*, *35*(4), 334-342.
- Castello, V., Simoes, R. P., Bassi, D., Catai, A. M., Arena, R., & Borghi-Silva, A. (2011). Impact of aerobic exercise training on heart rate variability and functional capacity in obese women after gastric bypass surgery. *Obesity surgery*, *21*(11), 1739-1749.
- Ciangura, C., Bouillot, J. L., Lloret-Linares, C., Poitou, C., Veyrie, N., Basdevant, A., & Oppert, J. M. (2010). Dynamics of change in total and regional body composition after gastric bypass in obese patients. *Obesity (Silver Spring)*, *18*(4), 760-765.
- Clark, P., Denova-Gutierrez, E., Ambrosi, R., Szulc, P., Rivas-Ruiz, R., & Salmeron, J. (2016). Reference Values of Total Lean Mass, Appendicular Lean Mass, and Fat Mass Measured with Dual-Energy X-ray Absorptiometry in a Healthy Mexican Population. *Calcified tissue international*, *99*(5), 462-471.
- Coen, P. M., Tanner, C. J., Helbling, N. L., Dubis, G. S., Hames, K. C., Xie, H., Eid, G. M., Stefanovic-Racic, M., Toledo, F. G., Jakicic, J. M., Houmard, J. A., &

- Goodpaster, B. H. (2015). Clinical trial demonstrates exercise following bariatric surgery improves insulin sensitivity. *The Journal of clinical investigation*, 125(1), 248-257.
- Delgado Floody, P., Jerez Mayorga, D., Caamano Navarrete, F., Osorio Poblete, A., Thuillier Lepeley, N., & Alarcon Hormazabal, M. (2015). Twelve weeks of physical exercise interval with surcharge improves the anthropometric variables of obese morbid and obese with comorbidities candidates to bariatric surgery. *Nutricion hospitalaria*, 32(5), 2007-2011.
- Faria, S. L., Kelly, E., & Faria, O. P. (2009). Energy expenditure and weight regain in patients submitted to Roux-en-Y gastric bypass. *Obesity surgery*, 19(7), 856-859.
- Ferrannini, E., & Mingrone, G. (2009). Impact of Different Bariatric Surgical Procedures on Insulin Action and  $\beta$ -Cell Function in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 32(3), 514-520.
- Herring, L. Y., Stevinson, C., Carter, P., Biddle, S. J., Bowrey, D., Sutton, C., & Davies, M. J. (2017). The effects of supervised exercise training 12-24 months after bariatric surgery on physical function and body composition: a randomised controlled trial. *International journal of obesity*.
- Huck, C. J. (2015). Effects of supervised resistance training on fitness and functional strength in patients succeeding bariatric surgery. *Journal of strength and conditioning research*, 29(3), 589-595.
- Jassil, F. C., Manning, S., Lewis, N., Steinmo, S., Kingett, H., Lough, F., Pucci, A. B. F., Cheung, W. H., Finer, N., Walker, J., Doyle, J., & Batterham, R. L. (2015). Feasibility and Impact of a Combined Supervised Exercise and Nutritional-Behavioral Intervention following Bariatric Surgery: A Pilot Study. *Journal of Obesity*, 2015, 12.
- Lalmohamed, A., de Vries, F., Bazelier, M. T., Cooper, A., van Staa, T.-P., Cooper, C., & Harvey, N. C. (2012). Risk of fracture after bariatric surgery in the United Kingdom: population based, retrospective cohort study. *British Medical Journal*, 345.
- Lorente Ramos, R. M., Azpeitia Armán, J., Arévalo Galeano, N., Muñoz Hernández, A., García Gómez, J. M., & Gredilla Molinero, J. (2012). Dual energy X-ray absorptimetry: Fundamentals, methodology, and clinical applications. *Radiología*, 58(6), 410-423.
- Menegati, G. C., de Oliveira, L. C., Santos, A. L. A., Cohen, L., Mattos, F., Mendonça, L. M. C., Carneiro, J. R. I., Farias, M. L. F., & Rosado, E. L. (2016). Nutritional Status, Body Composition, and Bone Health in Women After Bariatric Surgery at a University Hospital in Rio de Janeiro. *Obesity Surgery*, 26(7), 1517-1524.
- Metcalf, B., Rabkin, R. A., Rabkin, J. M., Metcalf, L. J., & Lehman-Becker, L. B. (2005). Weight loss composition: the effects of exercise following obesity surgery as measured by bioelectrical impedance analysis. *Obesity surgery*, 15(2), 183-186.
- Moreira, O. C., de Oliveira, C. E., Candia-Lujan, R., Romero-Perez, E. M., & de Paz Fernandez, J. A. (2015). [Methods of evaluation of muscle mass: A systematic review of randomized controlled trials]. *Nutricion hospitalaria*, 32(3), 977-985.
- Muschitz, C., Kocijan, R., Haschka, J., Zendeli, A., Pirker, T., Geiger, C., Muller, A., Tschinder, B., Kocijan, A., Marterer, C., Nia, A., Muschitz, G. K., Resch, H., & Pietschmann, P. (2016). The Impact of Vitamin D, Calcium, Protein Supplementation, and Physical Exercise on Bone Metabolism After Bariatric Surgery: The BABS Study. *Journal of bone and mineral research*, 31(3), 672-682.
- Nana, A., Slater, G. J., Stewart, A. D., & Burke, L. M. (2015). Methodology review: using dual-energy X-ray absorptimetry (DXA) for the assessment of body composition in athletes and active people. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(2), 198-215.

- Nelson, L., Gulenchyn, K. Y., Atthey, M., & Webber, C. E. (2010). Is a fixed value for the least significant change appropriate? *Journal of clinical densitometry*, 13(1), 18-23.
- Otto, M., Elrefai, M., Krammer, J., Weiss, C., Kienle, P., & Hasenberg, T. (2016). Sleeve Gastrectomy and Roux-en-Y Gastric Bypass Lead to Comparable Changes in Body Composition after Adjustment for Initial Body Mass Index. *Obesity surgery*, 26(3), 479-485.
- Ringseis, R., Eder, K., Mooren, F. C., & Kruger, K. (2015). Metabolic signals and innate immune activation in obesity and exercise. *Exerc Immunol Rev*, 21, 58-68.
- Rothney, M. P., Brychta, R. J., Schaefer, E. V., Chen, K. Y., & Skarulis, M. C. (2009). Body composition measured by dual-energy X-ray absorptiometry half-body scans in obese adults. *Obesity (Silver Spring)*, 17(6), 1281-1286.
- Sala, A., Webber, C., Halton, J., Morrison, J., Beaumont, L., Zietak, A., & Barr, R. (2006). Effect of diagnostic radioisotopes and radiographic contrast media on measurements of lumbar spine bone mineral density and body composition by dual-energy x-ray absorptiometry. *Journal of clinical densitometry*, 9(1), 91-96.
- Sánchez Ortega, L., Sánchez Juan, C., & Alfonso García, A. (2014). Valoración de un programa de ejercicio físico estructurado en pacientes con obesidad mórbida pendientes de cirugía bariátrica. *Nutrición Hospitalaria*, 29(1), 64-72.
- Serviço Nacional de Saúde. (2016). Inquérito Nacional de Saúde. SNS Serviço Nacional de Saúde Consult. 15 mar 2017, disponível em <https://www.sns.gov.pt/noticias/2016/06/28/inquerito-nacional-de-saude/>
- Skogar, M., Holmbäck, U., Hedberg, J., Risérus, U., & Sundbom, M. (2016). Preserved Fat-Free Mass after Gastric Bypass and Duodenal Switch. *Obesity Surgery*, 1-6.
- Stegen, S., Derave, W., Calders, P., Van Laethem, C., & Pattyn, P. (2011). Physical fitness in morbidly obese patients: effect of gastric bypass surgery and exercise training. *Obesity surgery*, 21(1), 61-70.
- Stubbs, R. J., Morris, L., Pallister, C., Horgan, G., & Lavin, J. H. (2015). Weight outcomes audit in 1.3 million adults during their first 3 months' attendance in a commercial weight management programme. *BMC Public Health*, 15(1), 1-13.
- Vaurs, C., Diméglio, C., Charras, L., Anduze, Y., Chalret du Rieu, M., & Ritz, P. (2015). Original article: Determinants of changes in muscle mass after bariatric surgery. *Diabetes and Metabolism*, 41, 416-421.
- Vetter, M. L., Cardillo, S., Rickels, M. R., & Iqbal, N. (2009). Narrative review: effect of bariatric surgery on type 2 diabetes mellitus. *Ann Intern Med*, 150(2), 94-103.
- Wiklund, P. (2016). The role of physical activity and exercise in obesity and weight management: Time for critical appraisal. *Journal of Sport and Health Science*, 5(2), 151-154.
- Woodlief, T. L., Carnero, E. A., Standley, R. A., Distefano, G., Anthony, S. J., Dubis, G. S., Jakicic, J. M., Houmard, J. A., Coen, P. M., & Goodpaster, B. H. (2015). Dose response of exercise training following roux-en-Y gastric bypass surgery: A randomized trial. *Obesity (Silver Spring)*, 23(12), 2454-2461.
- Yang, Z., Yu, Z., Jiang, Y., Bai, Y., Miller-Kovach, K., Zhao, W., Foster, G. D., & Chen, C. (2016). Evaluation of a community-based behavioral weight loss program in Chinese adults: A randomized controlled trial. *Obesity (Silver Spring)*.
- Yu, E. W., Thomas, B. J., Brown, J. K., & Finkelstein, J. S. (2012). Simulated increases in body fat and errors in bone mineral density measurements by DXA and QCT. *Journal of bone and mineral research*, 27(1), 119-124.



#### **4. Conclusão e perspectivas futuras**





#### **4. Conclusão e perspectivas futuras**

A presente investigação deu origem a dois documentos, um estudo de revisão e um estudo experimental. Baseando-se nesses estudos chegamos as seguintes conclusões:

- A cirurgia bariátrica mostrou ser uma terapia eficaz no tratamento da obesidade e de várias das suas comorbilidades, comparativamente a outros métodos farmacológicos e não farmacológicos, atuando eficientemente na redução da massa corporal total, bem como da diminuição da massa gorda a longo prazo.
- O exercício não alterou a composição corporal 6 meses após a cirurgia, independentemente da assiduidade no programa de treino.

Este estudo teve um contributo importante para compreender o tratamento da obesidade por meio da técnica cirúrgica, bem como as alterações na composição corporal do esqueleto apendicular. Todavia, devem ser ainda desenvolvidos mais estudos relacionados com a manutenção da MM e CMO do esqueleto apendicular, tentando minimizar as limitações, além de elaborar novas estratégias para tentar perceber o contributo do exercício após a cirurgia bariátrica para uma perda de peso mais saudável.



## **5. Referências Bibliográficas**



## 5. Referências Bibliográficas

- Aune, D., Sen, A., Prasad, M., Norat, T., Janszky, I., Tonstad, S., Romundstad, P., & Vatten, L. J. (2016). BMI and all cause mortality: systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3.74 million deaths among 30.3 million participants. *Bmj*, 353, i2156.
- Bratberg, J. A., Bulut, E., Rieck, A. E., Lonnebakken, M. T., Hetland, T., & Gerdtts, E. (2014). Determinants of systolic blood pressure response during exercise in overweight subjects. *Blood Press*, 23(4), 200-205.
- Castañeda Gonzalez, L., Camberos Solís, R., Bacardí Gascón, M., & Jiménez Cruz, A. (2010). Long-term randomized clinical trials of pharmacological treatment of obesity: Systematic review. *Revisión sistemática de estudios clínicos aleatorios sobre el tratamiento farmacológico a largo plazo para la obesidad.*, 41(1), 41.17-25.
- Lalmohamed, A., de Vries, F., Bazelier, M. T., Cooper, A., van Staa, T.-P., Cooper, C., & Harvey, N. C. (2012). Risk of fracture after bariatric surgery in the United Kingdom: population based, retrospective cohort study. *British Medical Journal*, 345.
- Otto, M., Elrefai, M., Krammer, J., Weiss, C., Kienle, P., & Hasenberg, T. (2016). Sleeve Gastrectomy and Roux-en-Y Gastric Bypass Lead to Comparable Changes in Body Composition after Adjustment for Initial Body Mass Index. *Obesity surgery*, 26(3), 479-485.
- Stubbs, R. J., Morris, L., Pallister, C., Horgan, G., & Lavin, J. H. (2015). Weight outcomes audit in 1.3 million adults during their first 3 months' attendance in a commercial weight management programme. *BMC Public Health*, 15(1), 1-13.
- Sweeting, A. N., Hocking, S. L., & Markovic, T. P. (2015). Pharmacotherapy for the treatment of obesity. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 418(Part 2), 173-183.
- Vaurs, C., Diméglio, C., Charras, L., Anduze, Y., Chalret du Rieu, M., & Ritz, P. (2015). Original article: Determinants of changes in muscle mass after bariatric surgery. *Diabetes and Metabolism*, 41, 416-421.
- Wilms, B., Ernst, B., Thurnheer, M., Weisser, B., & Schultes, B. (2012). Differential Changes in Exercise Performance After Massive Weight Loss Induced by Bariatric Surgery. *Obesity Surgery*, 23(3), 365-371.
- Wu, T., Gao, X., Chen, M., & van Dam, R. M. (2009). Long-term effectiveness of diet-plus-exercise interventions vs. diet-only interventions for weight loss: a meta-analysis. *Obesity reviews*, 10(3), 313-323.
- Yang, Z., Yu, Z., Jiang, Y., Bai, Y., Miller-Kovach, K., Zhao, W., Foster, G. D., & Chen, C. (2016). Evaluation of a community-based behavioral weight loss program in Chinese adults: A randomized controlled trial. *Obesity (Silver Spring)*.